

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra kybernetiky a**  
**biomedicínského inženýrství**

**Automatická kontrola štítků transfuzních přípravků**

**Automatic Checking of the Transfusion Bag**

**2016**

**Tomáš Pučan**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Pučan**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3901R039 Biomedicínský technik  
Téma: Automatická kontrola štítků transfuzních přípravků  
Automatic Checking of the Transfusion Bag

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení se s kvalitativními požadavky transfuzních přípravků.
2. Seznámení se s optickými metodami pro stanovení barev.
3. Seznámení se s technologiemi čárových kódů a algoritmy pro jejich rozpoznání.
4. Návrh metody pro automatickou kontrolu čárových kódů na transfuzních přípravcích rozšířený o stanovení a vyhodnocení barvy povrchu obalu transfuzního přípravku.
5. Experimentální ověření navržené metody pro automatickou kontrolu čárových kódů a analýzu barev transfuzních přípravků.
6. Zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] OVERFIELD, J., M. DAWSON a D. HAMER. *Transfusion Science*. 2nd ed. Bloxham, Oxfordshire: Scion, c2008. ISBN 978-1904842408.  
[2] TROJAN, Stanislav et al. *Lékařská fyziologie*. 4., přeprac. a uprav. vydání. Praha : Grada Publishing, a.s, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.  
[3] LEXOŮVÁ Stanislava et al. *Hematologie pro zdravotní laboranty*. 1.díl. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000, 183 s. ISBN 80-7013-304-X.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Rajmanová**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 29.04.2016

doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'P. Učen'.

V Ostravě, dne 26. 4. 2016

Podpis

## Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, paní Ing. Petře Rajmanové, za její konzultace a rady při vytváření této práce. Dále bych rád poděkoval pracovníkům krevního centra za ochotu a výpomoc při tvorbě této bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou kontroly transfuzních přípravků. Hlavním cílem této práce je vyvinout metodu pro přečtení čárového kódu a analýzy barvy pro detekci hemolytické krevní plazmy. V této současné době transfuzní vaky kontrolují zdravotní sestry vizuálně. Kontrolují jejich neporušenost a porovnávají barvy s tabulkou. Ke čtení a vyhodnocení barvy je navržený software v program Matlab. Pomocí vytvořeného algoritmu probíhá čtení čárového kódu na štítku transfuzního přípravku. Poté se detekuje barva tohoto vaku podle tabulky referenčních vzorků krevní plazmy. Detekce probíhá v barevném prostoru RGB a pomocí referenčních vzorků se určí stupně hemolýzy. Práce zahrnuje i výběr vhodného fotoaparátu ke snímání krevní plazmy.

## **Klíčová slova**

Čárový kód, detekce barvy, code 128, snímek, transfuzní přípravky, hemolýza, krevní plazma

## **Abstract**

This Bachelor's thesis deals with a problematic of control of the transfusion products. The main objective of this work is to develop a method for a reading the barcode and the color analysis for the detection of hemolytic blood plasma. At this moment transfusion bags are checked visually by nurses. They control their integrity and compare the color with the table. To read the barcode and evaluation of color is designed software in Matlab. Using an algorithm created being read the barcode on the label of the blood product transfusion. Then, the algorithm detects the color of the transfusion bags according to the table of reference samples of the blood plasma. The detection takes place in the RGB color space and thanks to the reference samples the software determines the degree of hemolysis. This work also contains the selection of the appropriate camera.

## **Key words**

Barcode, color detection, code 128, picture, transfusion products, hemolysis, blood plasma

## Obsah

1	Úvod.....	4
2	Transfúzní přípravky .....	5
2.1	Krev.....	5
2.1.1	Složení krve.....	5
2.2	Vaky transfúzních přípravků.....	7
2.2.1	Výhody plastových vaků.....	8
2.2.2	Standardní transfúzní přípravky .....	8
2.2.3	Označení krevní konzervy.....	9
2.3	Krevní transfuze .....	9
2.4	Pokyny pro vizuální kontrolu krevních složek a krevních produktů.....	10
2.4.1	Definice .....	10
2.4.2	Obecné informace .....	10
2.4.3	Kontrola kvality.....	11
2.4.4	Proces, postup.....	11
2.4.5	Vedení záznamů .....	11
3	Čárové kódy .....	12
3.1	Konstrukce čárového kódu.....	12
3.2	Typy čárových kódů.....	13
3.2.1	Code 128 .....	15
3.3	Metody čtení čárových kódů.....	15
3.3.1	Speciální tužky .....	15
3.3.2	Laserové snímače .....	16
4	Optické metody – obrazové snímače.....	17
4.1	Princip zachycení obrazu .....	17
4.2	Snímač CCD.....	17
4.3	Snímač CMOS .....	18
4.4	Barevné modely.....	18
4.4.1	RGB model.....	18
4.4.2	CMYK model.....	19

4.4.3	HSV a HSB modely .....	19
4.4.4	HSL model .....	20
5	Návrh řešení .....	21
5.1	Obrazový snímač.....	21
5.1.1	Blokové schéma pracoviště.....	21
5.1.2	Použitá zařízení .....	21
5.2	O programu MATLAB.....	23
6	Experimentální ověření navržené metody pro kontrolu čárových kódů a analýzu barev.....	24
6.1	Algoritmus pro čtení čárového kódu.....	24
6.2	Algoritmus pro analýzu barvy.....	25
6.3	Software .....	28
7	Ověření a vyhodnocení výsledků .....	31
7.1	Kontrola čárových kódů .....	31
7.2	Analýza barvy transfuzního vaku.....	32
8	Závěr .....	37
	Literatura .....	39
	Seznam příloh.....	41

## Seznam použitých symbolů a zkratek

ASCII	American Standard Code for Information Interchange	[-]
Ca <sup>2+</sup>	dvoumocný vápník	[-]
CCD	Charged-coupled device   obrazový snímač	[-]
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor obrazový snímač	[-]
CMY	barevný model   cyan, magenta, yellow	[-]
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý	[-]
EAN	European Article Number	[-]
EM	Erytrocytární masa	[-]
GUI	grafické uživatelské rozhraní	
HSB	hue, saturation, balance	[-]
HSL	hue, saturation, lightness	[-]
LED	Light-Emitting Diode	[-]
MPx	Megapixel	[-]
HSV	hue, saturation, value	[-]
PC	personal computer	
PVC	polyvinylchlorid	[-]
RGB	barevný model   red, green, blue	[-]
Rh	Rhesus faktor	[-]
UPC	universal Product Code	[-]
USB	universální sériová sběrnice	[-]
ZTS	zařízení transfuzní služby	[-]



## Seznam ilustrací

Obrázek 1: Složení krve .....	5
Obrázek 2: Buňky krve [2] .....	7
Obrázek 3: Transfuzní vak krevní [5] .....	8
Obrázek 4: Čárový kód [8] .....	12
Obrázek 5: Hustota kódu [8] .....	14
Obrázek 6: Ukázka čárového kódu Code 128 .....	15
Obrázek 7: Perová čtečka [11] .....	16
Obrázek 8: Laserový snímač [11] .....	16
Obrázek 9: CCD snímač [13] .....	17
Obrázek 10: CMOS snímač [13] .....	18
Obrázek 11: RGB model [14] .....	19
Obrázek 12: CMYK model [14] .....	19
Obrázek 13: HSV, HSB model [15] .....	20
Obrázek 14: HSL model [15] .....	20
Obrázek 15: Blokové schéma pracoviště .....	21
Obrázek 16: Fotoaparát Nikon D5100 s objektivem AF-S DX NIKKOR 18-105mm F/3,5-5,6G ED VR [16] .....	22
Obrázek 17: Algoritmus čtení čárového kódu .....	25
Obrázek 18: Tabulka referenčních vzorků .....	26
Obrázek 19: Vzorky 7 barev detekovaných z tabulky .....	26
Obrázek 20: Analýza barvy v programu Matlab .....	27
Obrázek 21: Software .....	28
Obrázek 22: Načtená fotografie .....	29
Obrázek 23: Snímek po přečtení čárového kódu a detekování barvy .....	30
Obrázek 24: Graf úspěšnosti čtení čárového kódu .....	31
Obrázek 25: Sloupcový graf výsledků .....	35
Obrázek 26: Graf úspěšnosti analýzy barvy .....	35

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Nejpoužívanější standardy čárových kódů.....	14
Tabulka 2: Parametry fotoaparátu Nikon [16] .....	22
Tabulka 3: Parametry objektivu AF-S DX NIKKOR 18-105mm F/3,5-5,6G ED VR [16].....	22
Tabulka 4: Vyhodnocení barvy .....	32
Tabulka 5: Porovnání nepodsvícené krevní plazmy s podsvícenou.....	34

# 1 Úvod

V této bakalářské práci je hlavním cílem kontrola čárových kódů neboli jejich správné přečtení, které jsou umístěny na štítku transfuzního přípravku krevní plazmy a navržení metody, pomocí které je možné detekovat zbarvení krevní plazmy a určit tak zdali transfuzní vak obsahuje hemolýzu. V této současné době transfuzní vak kontrolují zdravotní sestry na krevním centru. Kontrolují neporušenost obalu, celistvost vaku a údaje na štítku krevního vaku. Zdravotní sestry vizuálně porovnávají barvu krevní plazmy s tabulkou referenčních vzorků, které představují jednotlivé stupně hemolýzy, a zjistí tak jestli krevní plazma neobsahuje větší množství hemolýzy a tím jestli je plazma nepoškozená. Tato vizuální kontrola nemusí být ovšem přesná. Z důvodu této vizuální kontroly je tedy cílem navržení metody, která rozpozná barvu v krevní plazmě. Zdravotní sestry načítají pomocí čtečky čárový kód, který se nachází na štítku transfuzního přípravku. Na tomto štítku je pouze čárový kód identifikačního čísla.

Tato bakalářská práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. První kapitola v teoretické části je o anatomii krve. Jsou zde rozepsány jednotlivé součásti krve, jako jsou červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky a krevní plazma. Další částí jsou popsány transfuzní přípravky, jaké jsou jejich typy, k čemu se používají, jejich obsah na štítku transfuzního obalu a jak probíhá jejich kontrola. Další kapitola pojednává o čárovém kódu a jeho konstrukci. Je zde popsán čárový kód typu Code 128, který se používá právě na transfuzních přípravcích krevní plazmy. Jsou zde popsány také metody čtení čárového kódu, jako jsou laserové snímače nebo speciální tužkové čtečky. Další kapitola pojednává o obrazových snímačích a o jednotlivých barevných modelech.

V praktické části je popsán návrh řešení k této problematice. Je zvolen nejvhodnější fotoaparát k pořízení fotografií na krevním centru ve Fakultní nemocnici v Ostravě. Je zde popsán program vytvořený v programovacím prostředí Matlab, vysvětleny jednotlivé komponenty grafického uživatelského rozhraní, jak probíhá čtení čárového kódu a použití barevného modelu k rozpoznání barvy. Bakalářská práce je zakončena vyhodnocením dosažených výsledků při testování v programu.

## 2 Transfúzní přípravky

### 2.1 Krev

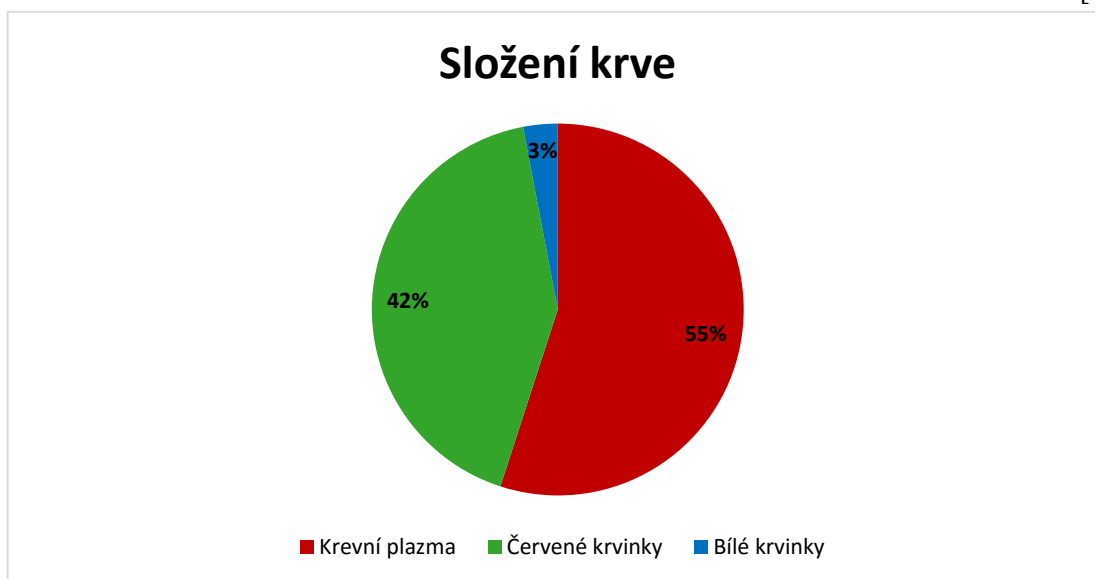
Krev je tkáň tekutá složená z krevní plazmy a krevních elementů. U dospělého člověka je celkový objem 4,5 – 6 litrů a představuje 6-8% hmotnosti celého těla. Krev je tělesná tekutina proudící cévním systémem, který je uzavřený. Je to důležitý spojovací a transportní systém, díky kterému je mezi buňkami zajištěna neustálá výměna látek. Krev pomáhá udržovat stálost vnitřního prostředí. Krev má červenou barvu, okysličená je světlejší a odkysličená je tmavší. Rozlišují se dva krevní oběhy. V malém krevním oběhu dochází k okysličení krve a ve velkém krevním oběhu dochází k rozvodu krve do tkání.

[1]

#### 2.1.1 Složení krve

Krev patří k základním krevním tekutinám. Je složená z formovaných krevních elementů (erytrocyty, leukocyty a trombocyty) v krevní plazmě. Přivádí kyslík a živiny do tkání, odvádí CO<sub>2</sub>. Rozvádí důležité látky, jako jsou hormony, vitamíny, minerály. Má funkci obrannou (imunní), která je zprostředkována bílými krvinkami.

[1], [2]



Obrázek 1: Složení krve

**Krevní plazma** je světle žlutě zbarvená extracelulární tekutina. Je lehce průhledná a zakalená. Obsahuje krevní buňky a z celkové hmotnosti člověka tvoří asi 5%. Lidské tělo obsahuje asi 3 – 3,5 litrů této tekutiny. Krevní plazma obsahuje asi z 90% vodu, 10% vytváří bílkoviny, organické a anorganické látky rozpuštěné ve vodě (bílkoviny, sacharidy a lipidy, vitamíny, hormony, enzymy a jiné). Obsahuje bílkoviny, které slouží k udržování osmotického tlaku, přenosu látek a základní bílkovinu krevního srážení. Krevní plazma slouží pro transport důležitých látek a udržení homeostázy. Je také důležitým článkem pro regulaci acidobazické rovnováhy.

[1], [2]

**Bílé krvinky** se účastní obrany organismu v imunitních dějích. Mají schopnost bojovat proti virům, bakteriím a jiným patogenům, ale i proti nádorovým buňkám. Množství leukocytů v krvi a tkáních závisí na činnosti imunitních stavů. Délka života bílých krvinek může být jen pár hodin, ale i 300 dní. Existuje mnoho typů bílých krvinek. Mezi bílé krvinky patří granulocyty, které se dělí na neutrofilní, eozinofilní a bazofilní granulocyty. Nejdůležitější funkcí je fagocytóza, což je obranná funkce organismu. Tyto krvinky pohlcují a ničí bakterie, oslabují parazity. Bílé krvinky uvolňují histamin a serotonin ze sekrečních granulí. Agranulocyty jsou tvořeny (T, B) lymfocyty a monocyty. Bílé krvinky se vyvíjí v kostní dřeni. Počet leukocytů u zdravého dospělého člověka je  $4-9 \cdot 10^9$  /l krve. T-lymfocyty se podílejí na tvorbě protilátek. B-lymfocyty po styku s cizorodou látkou mění vlastnosti a tvar a množí se. Rozpoznávají antigeny. Monocyty se tvoří v kostní dřeni a mění se v makrofágy a ve tkáních fagocytují.

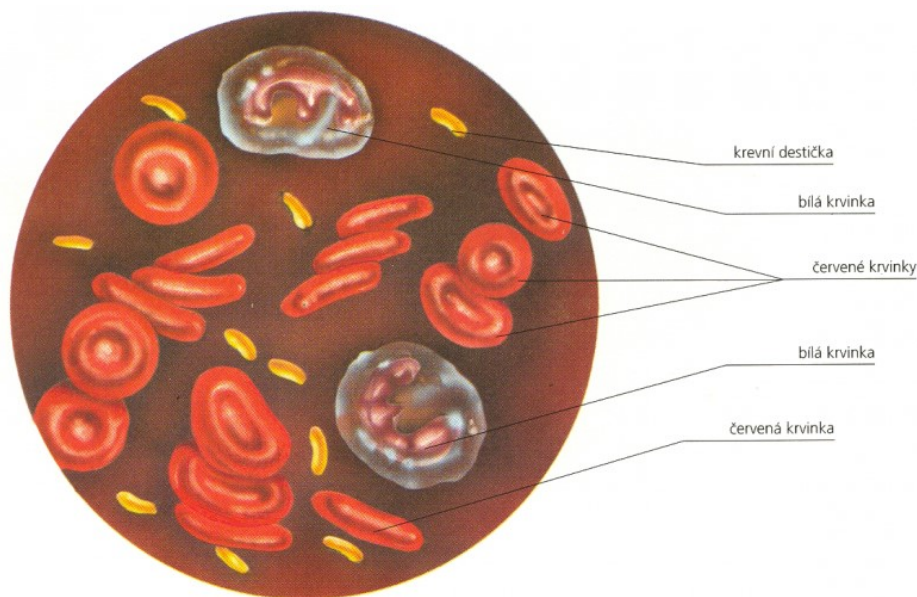
[1], [2]

**Červené krvinky** (erythrocyty) jsou bezjaderné krevní elementy bez organel, které mají bikonkávní tvar. Mají schopnost deformování. Úkolem červených krvinek je především přenos kyslíku a oxidu uhličitýho. Také slouží k udržení acidobazické rovnováhy v krvi. Tyto krvinky se vytváří v krvetvorných tkáních a odumírají hlavně ve slezině. Délka života krvinek je přibližně 110 – 120 dní. Pro přenos krevních plynů slouží hemoglobin. Produkce červených krvinek neboli erythropoéza probíhá v dospělosti v kostní dřeni. Produkce erytrocytů je řízena hormonem erythropoetinem, který se vytváří v ledvinách a játrech. Anémie neboli chudokrevnost je snížení koncentrace hemoglobinu v krvi. Na membráně krvinek se nacházejí antigeny, které jsou důležité při transfúzi, transplantaci. Podle typu aglutinogenu se dělí krevní skupiny na A, B, AB, 0. Sedimentace erytrocytů je rychlost usazování červených krvinek. Za chorobných stavů bývá sedimentace většinou zvýšena (při akutních zánětů, infekcí).

[1], [2]

**Krevní destičky** (trombocyty) jsou tělíška nepravidelného tvaru. Vznikají v kostní dřeni odštěpováním cytoplazmy obrovských buněk – megakaryocytů. Nemají jádro, žijí jen několik dní. V 1 mm<sup>3</sup> je asi 200 až 300 tisíc trombocytů. Uplatňují se při zastavování krvácení. Srážení krve je složitý proces. Při poranění cévy se trombocyty na vzduchu rozpadají a uvolňují enzym trombokinázu, která přeměňuje za přítomnosti Ca<sup>2+</sup> iontů protrombin obsažený v krevní plazmě na trombin. Jeho působením se mění v plazmě rozpustná bílkovina fibrinogen na nerozpustný fibrin. Ten vytváří síť vláken, ve které se zachytí krvinky, a tím se céva uzavře. Zbývající nažloutlá tekutina je krevní sérum. Po uzavření začnou působit protisrážlivé faktory. Může dojít k trombu (sražená krev v cévě). V případě, že je trombus zanesen na jiné místo a ucpe cévu zásobující orgán, dochází k embolii.

[1], [2]



Obrázek 2: Buňky krve [2]

## 2.2 Vaky transfúzních přípravků

V dnešní době k odběru slouží systém vícečetných plastových vaků, který umožňuje výrobu kvalitních a bezpečných transfúzních přípravků. Systém je tvořen PVC (polyvinylchlorid) vaky obsahující vhodná změkčovadla. Jednotlivé vaky jsou navzájem pospojovány hadičkami. Všechny součásti jsou na jedno použití a sterilní.

[3]

Obecně se odběrová soustava skládá z venepunkční jehly, odběrového vaku s antikoagulačním roztokem, prázdných satelitních vaků, vaku se stabilizačním roztokem a koncovkou sloužící k odběru vzorů krve do vakuových zkumavek.

Podle toho, jaké transfúzní přípravky budou vyrobeny z odebrané plné krve, se používají různé vakové systémy: dvojvak (jeden je odběrový a jeden je satelitní vak, používají se pro přípravu koncentráту z erytrocytů a plazmy), trojvak a čtyřvak (pro přípravu erytrocytů, trombocytů a plazmy). Před použitím každé soupravy vaků, nejen před samotným odběrem krve, ale i zpracování, uchovávání, transportu a podáním transfúzního přípravku je nutné zkontrolovat vaky, zda nejsou poškozené či jinak znehodnocené.

[3]



Obrázek 3: Transfuzní vak krevní [5]

### 2.2.1 Výhody plastových vaků

- pro krevní složky jsou přijatelnější než sklo
- nerozbitné, což je výhoda při transportu a mražení
- mají nesmáčivý povrch, na který neadherují trombocyty
- umožňují separaci jednotlivých složek uzavřeným způsobem
- systém vaků je kompletně připravený k odběru již od výrobců
- snižuje riziko bakteriální kontaminace
- snižuje riziko embolií, záměny vzorku krve pro předtransfuzní vyšetření
- umožňuje delší dobu uchování
- zabírají méně místa ve skladu

[4]

### 2.2.2 Standardní transfúzní přípravky

**Plná krev** – odebraná krev dárce do patřičného množství roztoku ve vaku. Dále se plná krev používá k přímému užití nebo k následujícímu zpracování. Tato krev se skladuje při teplotě  $+4^{\circ}\text{C}$  po dobu 21 až 35 dní podle množství konzervačního roztoku. V dnešní době má využití při těžkých ztrátách krve.

**Erytrocytární masa** – transfuzní přípravek, ve kterém jsou obsaženy krvinky červené. Tato erytrocytární masa vzniká po odstranění plazmy. Skladuje se při teplotě  $+4^{\circ}\text{C}$  po dobu 35 až 42 dní. Využívá se při krevních ztrátách.

**Resuspenze** – naředěná erytrocytární masa 100 ml roztoku. Používá se k nahrazení červených krvinek, hemoglobinu a volumu. Největší využití má v chirurgické terapii při krvácení.

**Čerstvá mražená plazma** – nejčastější forma získaná zmražením po odběru z celé krve nebo plazmaferézou. Expeduje se až po třech měsících a po opětovné kontrole dárce. Rozmražení probíhá ve vodní lázni. Použití závisí na teplotě skladování.

[4]

### 2.2.3 Označení krevní konzervy

Označování obalů musí být v souladu s požadavky uvedenými ve vyhlášce. Obaly jednotek musí být ve všech fázích výroby označeny údaji umožňujícími jejich jednoznačnou identifikaci. Označení musí zřetelně rozlišovat propuštěné a nepropuštěné jednotky krve a krevních složek. Systém označování odebrané krve, jejich složek, meziproduktů transfuzních přípravků, suroviny pro další výrobu a vzorků musí být zaveden tak, aby bezchybně identifikoval jejich typ a obsah a aby splnil požadavky na jejich označení a sledovatelnost. Každý transfuzní přípravek musí být před propouštěním označen štítkem s identifikačním číslem transfuzního přípravku, které zahrnuje identifikační kód ZTS přidělený Státním ústavem pro kontrolu léčiv, poslední dvojčíslí roku odběru, evidenční číslo odběru, typ transfuzního přípravku a u rozděleného přípravku označení dílu.

Dále musí být na každém transfuzním přípravku provedeno toto označení:

- název transfuzního přípravku
- název a sídlo ZTS, které konečny transfuzní přípravek propustilo
- množství transfuzního přípravku (objem a hmotnost, popřípadě obsah účinné složky vyjádřený jako počet buněk)
- název, složení a objem použitého protisrážlivého roztoku, popřípadě přidaného roztoku
- teplota, případně další požadované skladovací podmínky
- datum odběru
- datum použitelnosti (v případě doby použitelnosti transfuzního přípravku do 48 hodin též přesný čas)
- krevní skupinu systému AB0 (A, B, AB, 0)
- znak D systému RH (RhD pozitivní, RhD negativní) a další znaky, pokud byly stanoveny
- u plazmy pro klinické použití vyhovující výsledky opakovaného vyšetření dárce

[4]

## 2.3 Krevní transfuze

Krevní transfuze je léčení složkami krve. Pacientovi se podává transfuzní přípravek k léčebné nebo preventivní péči. Přímé ohrožení života znamená náhlá ztráta více než jedné třetiny z celkového objemu krve. Objem krve u dospělého člověka je průměrně 4-5 litrů. Krevní transfuze musí splňovat zásady hemoterapie a snášenlivost s příjemcem.

- **Krevní transfuze** - je proces, během něhož je do krevního oběhu příjemce vpravena krev nebo krevní složky od jiného dárce.
- Při krevní **autotransfuzi** je pacientovi podána jeho vlastní krev, která mu byla odebrána s dostatečným předstihem před operací nebo před vypuknutím nemoci.
- **Pooperační hemodiluce** je založena na principu, že těsně před operací je pacientovi odebráno množství krve odpovídající jeho zdravotnímu stavu a hodnotám krevního obrazu a toto množství krve je mu nahrazeno tekutinou ve formě infuzních roztoků.
- **Krevní náhražka** je označení pro syntetickou náhradu lidské krve. Jde o vodní emulzi obsahující perfluorované uhlovodíky, které jsou dokonale inertní, nejedovaté a vynikají schopností rozpouštět plyny.



- **Retransfuze** je metoda, která umožňuje pacientovi pooperačně vrátit vlastní krev, odebranou z operačního pole per- a pooperačně.

[5]

### **Darování krve**

Krev je odebrána dárce a následně použita pro lékařské účely. Darovaná krev může zachránit život druhým. Odběr probíhá většinou v transfuzních stanicích. Při jednom odběru je většinou dárce odebráno přibližně 470 ml krve.

Mimo krev může dárce darovat také krevní složky jako je krevní plazma (odebrána plazmaferézou), krevní destičky (trombocytaferéza) a červené krvinky (erytrocytaferéza). Ve všech případech jde o přístrojové odběry.

Muži mohou darovat plnou krev 5x ročně, ženy 4x ročně. Darování určitých složek je možné darovat častěji.

Dárce musí být ve věku mezi 18 a 65 lety a vážit více než 50 kg. Musí dodržovat doporučený jídelníček 12 hodin před odběrem (vyvarování se alkoholu, tučných jídel). Krev nemohou darovat osoby s infekčními nemocemi, osoby, které prodělaly žloutenku, tropické nemoci, tyfus, pohlavní nemoci (AIDS, kapavka, syfilis), dále osoby, které užívají drogy, lidé s cukrovkou a těžkými alergiemi.

### **Odběr krve**

Dárce musí vyplnit dotazník. Pro vyšetření aktuálního krevního obrazu je dárce odebrána krev. Výsledky jsou vyhodnoceny během několika minut. Následně jsou dárce změřeny základní funkce krevního oběhu, jako je například krevní tlak. Poté pracovník transfuzního oddělení probere s dárce jednotlivé odpovědi z dotazníku. Pokud je vše v naprostém pořádku, může být dárce odebrána krev pro daný den. Pokud něco není v pořádku, dárce prohlédne lékař a případně ho pošle na další vyšetření. Dárce může i v průběhu odběru odstoupit. Odběr trvá přibližně 5 až 10 minut. Po odběru krve je vzorek krve dárce vyšetřen na nejzávažnější choroby přenosné krví. Pak může být krev dostupná pro pacienty.

[6]

## **2.4 Pokyny pro vizuální kontrolu krevních složek a krevních produktů**

### **2.4.1 Definice**

- Datum expirace - poslední den, kdy krevní složky a produkty mohou být použity
- Kontrola – Zkontrolovat vlastnosti krevní složky nebo produktu a porovnat výsledky s konkrétním požadavkem
- Karanténa – segregace nevhodné krevní složky nebo produktu, aby se zabránilo jeho použití

### **2.4.2 Obecné informace**

- Vizualní kontrola musí být provedena: po vyjmutí ze skladu, před transfuzí a po navrácení
- Krevní složky a produkty by měly být zkontrolovány pro únik, znečištění, abnormality, poškození, správné označení a datum skončení splatnosti
- Výsledky vizualní kontroly musí být dokumentovány
- Krevní složky a produkty, které selhaly při kontrole, musí být segregovány a dokumentovány

### 2.4.3 Kontrola kvality

- Krevní složky a produkty, které nesplnily kritéria kontroly kvality, nesmí být vydány pro transfuzi
- Krevní složky a produkty nesmí být použity po uplynutí data expirace

### 2.4.4 Proces, postup

Vizuální kontrola pro následující kritéria

- **Krevní složky a produkty** – neporušené a suché balení, krevní štítek, neporušení víčka a portů, datum splatnosti
- **Červené krvinky** – zbarvení, bublinky, sraženiny, bakteriální kontaminace, hemolýza, lipemie
- **Krevní destičky** – zbarvení, bakteriální kontaminace, bublinky, sraženiny, lipemie, znečištění červenými krvinkami, žloutenka
- **Plasma** – zbarvení, bakteriální kontaminace, hemolýza, bublinky, lipemie, znečištění červenými krvinkami, žloutenka

### 2.4.5 Vedení záznamů

- Všechny záznamy musí být uchovány ve zdravotnickém zařízení
- Záznam kontroly krve je zachován po dobu 5 let

[7]

### 3 Čárové kódy

Čárový kód zařazujeme mezi nejvýznamnější technologii, která se používá se sběru dat a automatické identifikaci. Ve druhé polovině minulého století se postupně staly naprosto běžnou součástí informací uváděných na obalech, obalových materiálech a etiketách. Čárový kód je prostředek pro zobrazení informace a její opětovné získání s výrazným snížením pravděpodobnosti vzniku chyby. Představují obecně možnost, jak zakódovat sekvenci číslic (případně i písmen a jiných znaků) do grafického symbolu. Ten je poté možné přečíst speciálním zařízením (čtečkou). Protože čárové kódy jsou určeny ke čtení. Mohou být použity tam, kde informace mají vstupovat do počítačových systémů. Jako příklad lze uvést: zdravotnictví (záznamy o pacientech, transfusní stanice, lékárny), sledování výroby, odesílání a příjem zásilek, evidence knih atd.

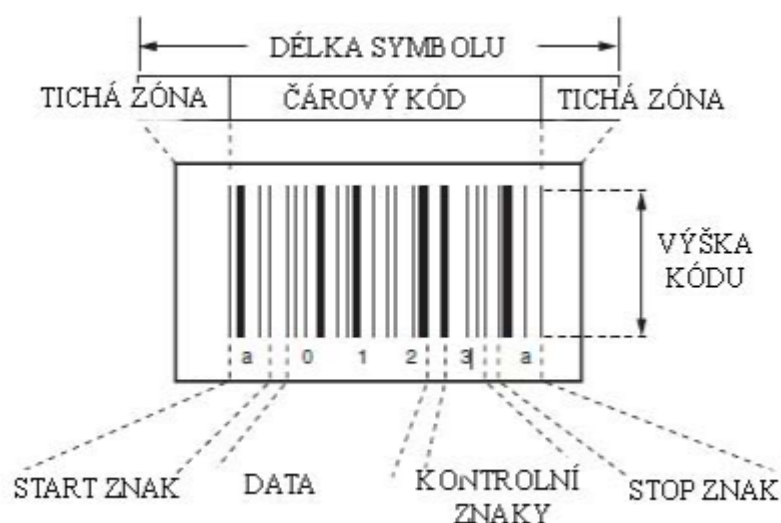
[8], [9], [10]

#### 3.1 Konstrukce čárového kódu

Kód se skládá z postupnosti světlých mezer a černých čar. Délka, šířka a řazení mezer a čar mají určitou schopnost. Seskupení mezer a čar odpovídá jedničkám a nulám. Znaky jsou kódovány podle přiřazené tabulky.

Kód je definovaný znakem Start a znakem Stop. Slouží k rozpoznání typu kódu a polohy snímání. K rozeznání koncových znaků slouží světlé pásmo, které neobsahuje text ani grafické symboly.

[8], [9], [10]



Obrázek 4: Čárový kód [8]

Kódy zahrnují:

- číslo výrobce
- číslo výrobku
- nestandardní balení
- číslo série nebo šarže
- počet balení v jednotce / počet kusů v balení
- datum výroby
- místo uložení ve skladu
- jména osob a jejich přístupová práva

Hustota a kontrast kódu určují množství kódovaných informací. Dnes používané dvojrozměrné kódy mohou obsahovat až 3750 znaků a dokážou tak zaznamenat všechny důležité informace.

[8], [9], [10]

### 3.2 Typy čárových kódů

Aby každý uživatel technologie čárových kódů mohl využívat kódy tak, jak potřebuje a jak je pro jeho obor nejefektivnější, existuje mnoho typů čárových kódů. V současnosti se používá velké množství různých čárových kódů, které umožňují zaznamenávat různý obsah informací. Čárové kódy se mohou rozdělit do těchto základních skupin:

Podle znaků, které je čárový kód způsobilý zakódovat

- Numerické (např. EAN, UPC)
- Numerické se speciálními znaky (např. CODABAR)
- Alfamerické (např. TELEPEN 93)

Podle délky čárového kódu

- kódy s pevnou délkou
- kódy s variabilní délkou

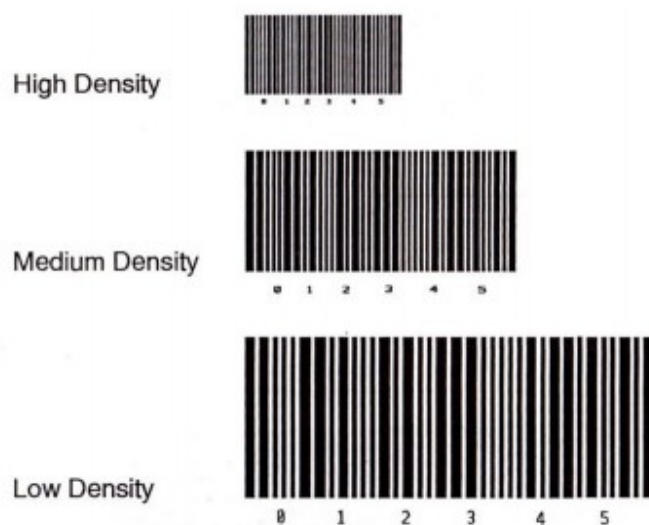
Podle oblasti použití

- obchodem používané kódy (např. čárové kódy EAN 8, EAN 13)
- průmyslem používané kódy (např. Code 39, Code 128, Code 2/5)

Podle hustoty zápisu

- Vysoká hustota (High density)
- Střední hustota (Medium density)
- Nízká hustota (Low density)

Jako příklad se uvádí tři stejné kódy s různou hustotou zápisu. Jedná se o kód 2/5 Industrial



Obrázek 5: Hustota kódu [8]

Kontrast kódu je hodnota, která je určena jako poměr mezi rozdílem odrazu pozadí a odrazu čáry k odrazu pozadí. Kontrast by neměl přesahovat hodnotu větší než 0,7.

$$C = \frac{\text{odraz pozadí} - \text{odraz čáry}}{\text{odraz pozadí}} \geq 0,7$$

Čárový kód je vysoce spolehlivým prostředkem. Chyby se při jeho přečtení téměř nevyskytují. Pokud dojde k mechanickému poškození nebo nekvalitnímu tisku, nedojde k rozpoznání čárového kódu a uložená data nejsou přečtena.

Tabulka 1: Nejpoužívanější standardy čárových kódů

Název	Počet znaků	Typ	Délka	Použití
UPC A	10	1	12	obchod (USA, Kanada)
UPC E	10	1	8	obchod (USA, Kanada)
EAN 8	10	1	8	obchod (Evropa)
EAN 13	10	1	13	obchod (Evropa)
Code 2/5	10	1	variabilní	technika
Codebar	16	1 + S	variabilní	fotoprůmysl, knihovny
Code 39	43	1 + S + A	variabilní	všeobecné použití, farmacie
Code 93	43	1 + S + A	variabilní	farmacie, elektrotechnika
Code 128	128	1 + S + A + a	variabilní	technika, farmacie, medicína

Vysvětlivky: 1 – numerický, S – speciální znaky, A - velká písmena, a – malá písmena

Mezi nejpoužívanější čárové kódy patří Code 39, EAN a UPC. Čárový kód volíme podle toho, jaké znaky tímto kódem potřebujeme vyjádřit.

[8], [9], [10]

### 3.2.1 Code 128

Code 128 je jeden z nejznámějších moderních čárových kódů. Je to čárový kód velmi vysoké hustoty podporující alfanumerické znaky. Tento čárový kód je používán jako základ mnoha dalších kódů jako jsou UCC/EAN-128, HIBC. Jedná se o jednorozměrný kód a je schopný zakódovat 128 znaků. Umí rozlišovat velká a malá písmena, které dokáže zachovat v kódu. Tento kód je tedy tvořen 128 ASCII znaky, 4 řídicími znaky, 4 speciálními znaky 3 start znaky a jedním stop znakem. Code 128 má celkem 3 sady (A, B a C), které se liší. Sada A obsahuje znaky velké abecedy, numerické znaky, speciální a řídicí znaky. Sada B obsahuje znaky velké a malé abecedy, numerické znaky, speciální a řídicí znaky. Sada C obsahuje pouze numerické znaky od 00 až po 99. Mezi těmito sadami je možné přepínat v průběhu kódu pomocí speciálního znaku. Jednotlivé znaky se skládají ze tří čar a tří mezer. Celková šířka znaku je 11 modulů. Jediná výjimka je stop znak, který má 13 modulů. Předposlední znak je znak, který představuje součet daný součtem násobků jednotlivých kódů vynásobený jejich pozicí, to celé modulo 103. Tím se snižuje pravděpodobnost výskytu chyby. Tento čárový kód se používá zejména v logistice, identifikaci patentů. Používá se i ve zdravotnictví na transfuzních přípravcích jako identifikační číslo. Tento kód byl vyvinut firmou Computer Identics v roce 1980. V příloze je zobrazena celá kódovací tabulka ASCII pro Code 128.

[8], [9], [10]



Obrázek 6: Ukázka čárového kódu Code 128

## 3.3 Metody čtení čárových kódů

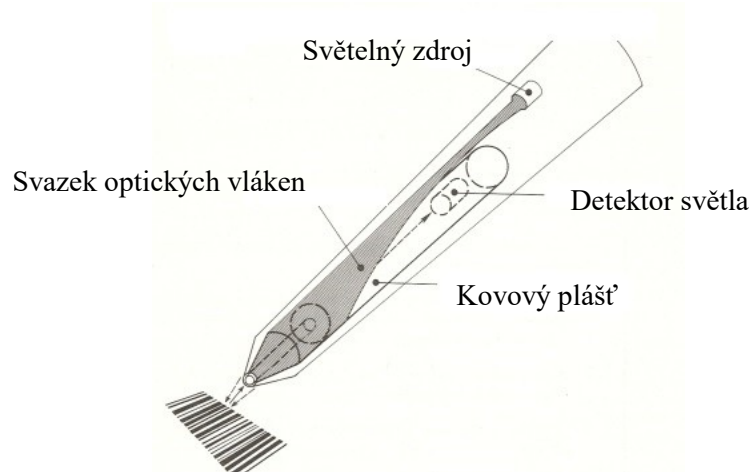
Úkolem počítačových periférií, snímačů, čárových kódů, je zajištění automatizovaného vstupu zakódované informace do hostitele. Hostitelem pak může být počítač nebo libovolné zařízení podporující standartní průmyslové rozhraní. Optoelektronická zařízení analyzují posloupnosti tmavých a světlých čar prostřednictvím vyzařování laserové diody. Snímač na základě rozdílných reflexí šířek čar a mezer při čtení generuje elektrické impulzy. Dekódovaný elektrický signál se pak dále předává ke zpracování nadřazenému systému s komunikačním rozhraním. Při výběru čtečky je třeba posoudit typ kódů, skenovaný povrch, prostředí a potřeby manipulace. Dle provedení senzoru se snímače dělí na dotykové, laserové, obrázkové a CCD.

[8], [9], [10]

### 3.3.1 Speciální tužky

Patří mezi nejzákladnější způsob snímání. Tyto speciální tužky se při čtení čárového kódu dotýkají etikety. Tato metoda se v dnešní době skoro vůbec nepoužívá hlavně, kvůli snadnému znečištění hrotu a také kvůli špatnému čtení poškozeného kódu. Tužka obsahuje světelný zdroj a fotodiodu pohlcující světlo.

[8], [9], [10]



Obrázek 7: Perová čtečka [11]

### 3.3.2 Laserové snímače

Tyto snímače jsou nejspolehlivější. Dobře snáší zakřivení snímané polohy a je tolerantní k chybám. Má malou šířku snímacího paprsku, kvůli které má využití v zabudovaných stojanech. Tyto laserové snímače pracují téměř na stejném principu jako speciální tužkové čtečky. Rozdílné jsou ve zdroji světla, který je vyzařovaný. Nevýhoda tohoto snímače je v ceně.

[8], [9], [10]



Obrázek 8: Laserový snímač [11]

## 4 Optické metody – obrazové snímače

Kamera je považována jako zařízení, které umožňuje zachycení obrazu a zvuku k pozdějšímu užití. Kamery se rozdělují podle dvou základních principů zpracování zvuku a obrazu a to na digitální a analogové. Kamery slouží k různým účelům. Například studiové kamery, běžné uživatelské kamery se záznamem, webkamery a v dnešní době kamery v mobilních telefonech. Všechny tyto kamery se liší pořizovací ceně, kvalitou obrazu a zvuku, zpracování a svým použitím.

[12], [13]

### 4.1 Princip zachycení obrazu

Pomocí přístroje takzvaného snímače probíhá zachycení světelného záření. Tento přístroj je velice citlivý na světlo a dle intenzity světla jej převádí na elektrický náboj. Tento náboj se poté načítá jako napěťový signál. Signál se převede pomocí analogově digitálního převodníku na číselný neboli digitální údaj. Ty části obrazu, které se nepodaří zachytit a převést z dopadajícího světla, se dopočítávají. Data jsou uložena ve formě jedniček a nul na paměť.

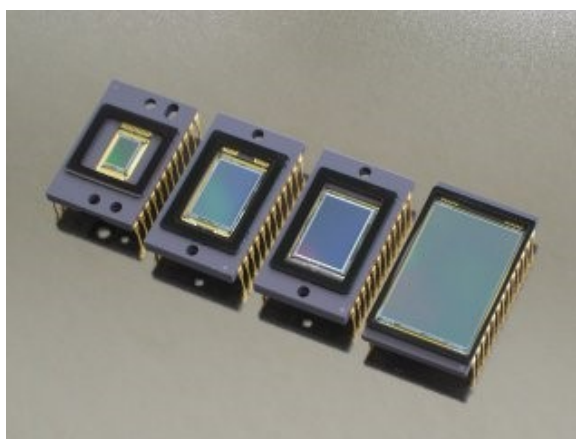
Pomocí obsažené soustavy čoček a zrcadel nebo dalších prvků se upravuje světlo před dopadem na snímač. Obraz se tímto může zvětšit, zmenšit či dále upravit.

[12], [13]

### 4.2 Snímač CCD

Jedná se o křemíkový plátek citlivý na světlo. Snímač využívá principu fotoelektrického jevu, to znamená, že dopadající záření uvolňuje elektrony z povrchu některých látek (především se jedná o kovy), které pak mohou přenášet elektrický proud v obvodu. Avšak u CCD snímačů se zde nenachází elektroda odvádějící uvolněné elektrony. Pomocí tenké vrstvy oxidu křemičitého  $\text{SiO}_2$  je elektroda izolována. Drží tak uvolněné elektrony, akumulují se zde jako náboj. Tyto elektrody se nachází pod každým bodem snímače. Elektrony se pak vlivem dalších dějů v CCD snímači posouvají podél dalších elektrod směrem k výstupnímu zesilovači, který pak zesílí malý proud odpovídající počtu zadržených elektronů v jednotlivých bodech na vhodnou úroveň napětí pro další zpracování obrazu. Mají lepší světelnou citlivost, než CMOS snímače a mnohonásobně zvyšují kvalitu obrazu.

[12], [13]



Obrázek 9: CCD snímač [13]



### 4.3 Snímač CMOS

Čip CMOS pracuje na stejném principu jako čip CCD. Vývod dat má každá světločivná buňka zvlášť (má milióny vývodů). Výstup se tedy neděje postupně po sběrnici, ale najednou. Zejména při sériovém snímání se využije zvýšená rychlost odběru dat z čipu, kde je tato vlastnost žádoucí. Výroba toho čipu je nákladově menší a má také menší spotřebu energie. Jsou levnější než snímače CCD, ale nemají tak vysokou kvalitu obrazu.

[12], [13]



Obrázek 10: CMOS snímač [13]

### 4.4 Barevné modely

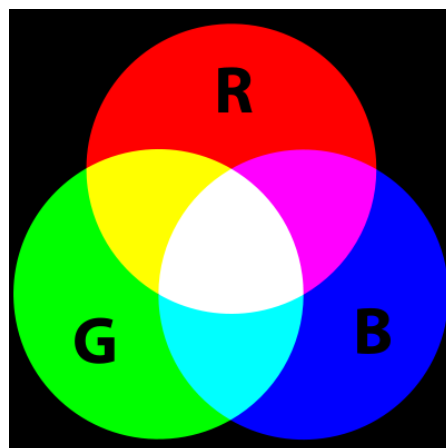
Barevný model využívá základních barev a míchání těchto barev v barvu výslednou. Barva světla se skládá z několika vlnových délek, v některých případech se může skládat i z několika spekter. Lidské oko vnímá jen některé kombinace. Barevné modely popisují poměry mezi jednotlivými body snímku v rámci daného prostoru.

[14], [15]

#### 4.4.1 RGB model

RGB (červená, zelená, modrá). Lidské oko je citlivé na tyto tři základní barvy a na tomto faktu je založený tento model. Zbylé barvy vznikají sytostí těchto barev. Model RGB lze vyjádřit pomocí krychle. Osy (x, y, z) vyjadřují červené, zelené a modré světlo. Téměř všechny barvy barevného spektra lze získat kombinací těchto tří barev. Variantou RGB model je RGBA model (červená, zelená, modrá, alpha), ve kterém je navíc kanál alpha nesoucí informace o průhlednosti. Za zmínku stojí také sRGB, ve kterém jsou definovány základní RGB barvy, teplota barvy bílé a také hodnota gamma. sRGB je standardní barevný prostor, který odpovídá možnostem zobrazení monitorů.

[14], [15]

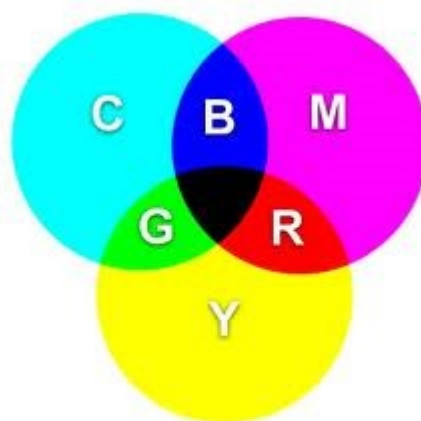


Obrázek 11: RGB model [14]

#### 4.4.2 CMYK model

V tomto modelu jsou barvy vytvářeny subtraktivním způsobem (každým přidáním určité složky vznikne barva tmavší. Přidáním všech vznikne barva černá). Základní složky jsou: C (cyan) – tyrkysová, M (magenta) – purpurová, Y (yellow) – žlutá. Pro tyto barvy je značné právě to, že lidská zkušenost z míchání barev vychází ze subtraktivního způsobu. Model CMYK, ve kterém je navíc přidána černá barva, se uplatňuje při inkoustových tiskárnách. Černá barva je přidána z důvodu, že smíšením všech barev nevznikne černá, ale špinavá hnědá. Barevný model CMY se svým rozsahem nejčastěji představuje jako jednotková kostka umístěná v osách c, m, y. Ve vrcholech se nacházejí základní barvy. Vrchol  $[0,0,0]$  odpovídá bílé barvě a vrchol  $[1,1,1]$  odpovídá černé barvě. Barvy ležící na diagonále mezi těmito vrcholy odpovídají odstínům šedé.

[14], [15]



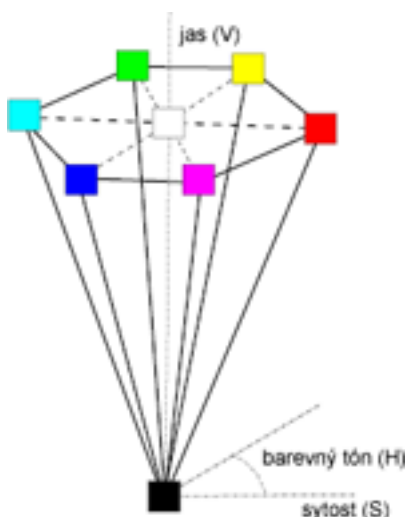
Obrázek 12: CMYK model [14]

#### 4.4.3 HSV a HSB modely

HSV (Hue, Saturation, Value), někdy také HSB. Hue je jedinečný odstín zvolený ze spojitého spektra na obvodu modelu. Saturation (sytnost) a value (hodnota) spolu navzájem souvisí. Sytnost určuje vzdálenost od osy modelu a hodnota určuje vzdálenost od vrcholu modelu. HSV má tvar kuželu. Ve vrcholu je barva černá, na obvodu podstavy je spojitě barevné spektrum. Ve středě podstavy je barva

bílá. Tento model je bližší fyziologickému vnímání světla, protože umí zachytit ty charakteristické barvy, které jsou blízké lidskému vnímání. Má uplatnění při editaci fotografií.

[14], [15]

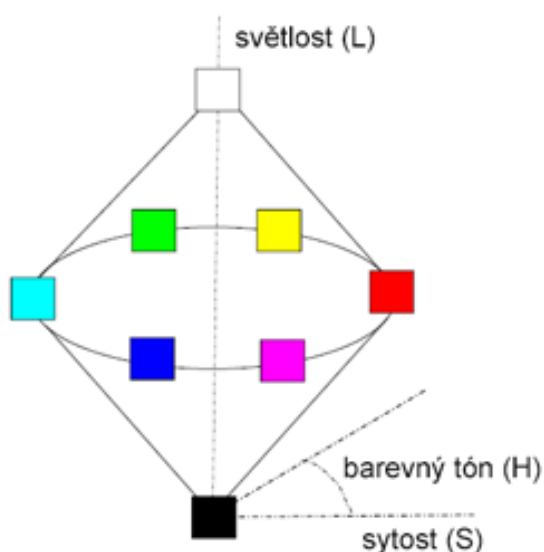


Obrázek 13: HSV, HSB model [15]

#### 4.4.4 HSL model

Hue, Saturation, Lightness. Hue je jedinečný odstín zvolený ze spojitého spektra na obvodu modelu. Saturation, sytost, v HSL modelu jde od plné nasycené barvy po šedou s danou světlostí. Sytost ve všeobecnosti určuje intenzitu daného odstínu barvy. Lightness určuje světlost a probíhá od černé barvy přes barvu zvolenou odstínem a sytostí (tato barva je přesně ve středu) až k bílé barvě. HSL má model dvou spojených kuželů, ve spodním vrcholu má černou, v horním bílou, po obvodu spojených podstav je spojitě spektrum sytých barev. Tento model je podobný modelu HSV.

[14], [15]



Obrázek 14: HSL model [15]

## 5 Návrh řešení

Cílem této bakalářské práce je navržení metody pro kontrolu čárových kódů na transfuzních přípravcích a vyhodnocení barvy transfuzního přípravku. Po odběru krevní plazmy na krevním centru se musí provést kontrola tohoto transfuzního přípravku. Základními prvky je štítek, který je umístěn na obalu krevního vaku. Dále se kontroluje barva krevní plazmy. Zdravotní sestra na krevním centru porovná vizuálně transfuzní vak s tabulkou stupňů hemolýzy v g/L. Tato metoda ovšem nemusí být spolehlivá, protože lidské oko je citlivé na okolí a na vnímání barev. Hlavním cílem tedy je zjednodušení manipulace s transfuzními vaky krevní plazmy na krevním centru v nemocnici.

Vycházíme tedy z těchto bodů:

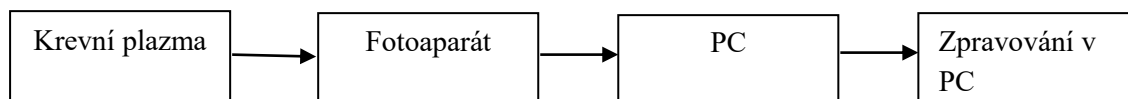
- Identifikace čárového kódu
- Analýza barvy krevní plazmy

### 5.1 Obrazový snímač

Pro tuto práci je důležité mít vhodný obrazový snímač k zaznamenání kvalitních fotek krevní plazmy. Je podstatné, aby tento obrazový snímač měl vysoké rozlišení (nejlépe 2Mpx a více) s automatickým zaostřením, protože v programu zaostřování není naprogramováno. Lze tedy použít kvalitní webovou kameru nebo fotoaparát, jejichž cena se pohybuje v řádech tisíce korun, k pořízení fotografií krevní plazmy. Tyto snímky jsou dále zpracovány v počítači, kde se provádí identifikace čárových kódů a analýza barvy. Taktéž se může využít k tomu, zda je obal vaku neporušený. Pro snímání fotografií je vhodné mít dobré podmínky, aby snímky byly kvalitní.

#### 5.1.1 Blokové schéma pracoviště

Pro pořízení vhodných fotografií se využije fotoaparát nebo webová kamera, následuje přenesení snímku do počítače pomocí USB kabelu. Poté probíhá zpracování programem Matlab, kde se zobrazí dosažené výsledky identifikace čárového kódu a vyhodnocení barvy.



#### 5.1.2 Použitá zařízení

Jak už bylo řečeno, lze tedy použít kvalitní webovou kameru nebo fotoaparát. Vhodné parametry ke snímání fotografií v tomto případě splňoval fotoaparát, značky Nikon D5100 s objektivem AF-S DX NIKKOR 18-105mm F/3,5-5,6G ED VR, který byl použit. V tabulkách jsou uvedeny vlastnosti těchto zařízení. Dále pro zpracování a vyhodnocení byl použit notebook Lenovo Z580 opatřený operačním systémem a programem Matlab, ve kterém právě probíhá vyhodnocení. Snímky jsou zde uloženy z paměťové karty fotoaparátu. Celý proces je řízený uživatelem, který tyto data zpracovává v programu. Krevní plazma se kontroluje před zmrazením, protože je plazma tekutá. Zmrazená plazma může zabránit kvalitní kontrole čárového kódu a také vyhodnocení barvy z důvodu námrazy na obalu transfuzního vaku. Kontrola zmrazené plazmy není tedy vyhovující a neměla by se provádět kvůli chybným výsledkům.

Příslušenství notebooku:

- Klávesnice, myš, webkamera, reproduktory, touchpad, mikrofon, čtečka paměťových karet, obrazovka, připojená tiskárna



Obrázek 16: Fotoaparát Nikon D5100 s objektivem AF-S DX NIKKOR 18-105mm F/3,5-5,6G ED VR [16]

Tabulka 2: Parametry fotoaparátu Nikon [16]

Rozlišení snímáče	16,9 Mpx
Sériové snímání	4sn./s
Typ snímáče	CMOS
Formát snímáče	AP S-C
Maximální rozlišení snímků	4928 x 3264 pixelů
Displej	3,0“ výklpný, otočný LCD monitor
Zaostřovací režim	AF-F
Citlivost objektivu (ISO)	6400
Hledáček	Zrcadlový s pokrytím 95%
Vyvážení bílé	Automatické; manuální

Tabulka 3: Parametry objektivu AF-S DX NIKKOR 18-105mm F/3,5-5,6G ED VR [16]

Ohnisková vzdálenost	18-105 mm
Světelnost	f/3,5-5,6
Nejvyšší clonové číslo	f/22-38
Konstrukce čoček	15 čoček / 11členů
Obrazový úhel	76° - 15°20'
Nejkratší zaostřitelná vzdálenost	0,45 m
Počet lamel clony	7
Průměr filtrového závitu	67 mm
Hmotnost	420 g
Průměr x délka	76 x 89 mm

## 5.2 O programu MATLAB

Matlab je vyvinutý programový jazyk společnosti The Mathworks, Inc. Matlab je vysoce výkonný jazyk pro technické výpočty. Integruje výpočty, vizualizaci a programování ve snadno použitelném prostředí, kde problémy a jejich řešení jsou vyjádřeny v matematickém zápisu. Matlab je interaktivní systém, jehož základní datový prvek je pole, které nevyžaduje dimenzování. Tento jazyk, různé nástroje a matematické funkce umožňují prozkoumat více přístupů a dospět k řešení rychleji než tradičními programovacími jazyky jako je například C nebo C++ nebo Java. Název vznikl ze slo **Matrix Laboratory** neboli maticová laboratoř. Vytvořil jej profesor Cleve Moler pro své studenty na univerzitě. První verze tohoto programu vznikla v roce 1985. Ovšem se ale potýkala s nedostatkem paměti, jako většina programů té doby, což značně omezovalo použití programu. V roce 1994 byla na trhu nová verze pro operační systém Windows, což mělo velký přínos v podobě větších možností grafiky. Poslední verze tohoto programu je verze R2016a. Důležitou částí Matlabu jsou knihovny funkcí neboli toolboxy. Umožňují naučit se a aplikovat speciální technologie. Základními soubory v programu jsou M-soubory, které uživatel sám vytváří. Obsahují definice funkcí, tříd, skript.

Systém Matlab se skládá z těchto hlavních částí:

- Jazyk Matlab – Je to jazyk na vysoké úrovni s příkazy řízení toku dat, funkce, datové struktury, vstup/ výstup a programování funkcí. To umožňuje vytvářet jak malé programy k jednorázovému použití, tak i „programování ve velkém“ obsahující složité aplikační programy.
- Pracovní prostředí Matlab – Jedná se o sadu nástrojů a zařízení, se kterými uživatel pracuje. To zahrnuje zařízení pro správu proměnných v pracovním prostoru a import a export dat. Obsahuje také nástroje pro vývoj, správu a ladění M-souborů.
- Grafický systém – Jedná se o systém, který zahrnuje příkazy pro dvojrozměrné a trojrozměrné vizualizace dat, zpracování obrazu, animace. Obsahuje také příkazy, které umožní přizpůsobit vzhled grafiky a taky k vytvoření grafického uživatelského rozhraní v aplikacích Matlab.
- Knihovna matematických funkcí – Jedná se o sbírku výpočetních algoritmů od elementárních funkcí jako je součet, sinus a složitou aritmetiku po složitější funkce jako jsou matice a Fourierova transformace.

Typické využití:

- matematické výpočty,
- tvorba algoritmů,
- modelování, simulace,
- analýza dat, průzkum,
- vědecká a inženýrská grafika,
- tvorba aplikací (zahrnuje i grafické rozhraní).

[17]

## 6 Experimentální ověření navržené metody pro kontrolu čárových kódů a analýzu barev

V programu Matlab bylo vytvořeno grafické uživatelské rozhraní (GUI) a následně navržený algoritmus pro tuto metodu. V grafickém rozhraní se načte snímek neboli vyfotografovaný vak s krevní plazmou. S tímto snímkem se pak dále pracuje a slouží jak k přečtení čárového kódu, tak i k analýze barvy.

### 6.1 Algoritmus pro čtení čárového kódu

Jak už víme, čárový kód se skládá z postupnosti světlých mezer a černých čar. Délka, šířka a řazení mezer mají určitou schopnost. Seskupení těchto meze a čar odpovídá jedničkám a nulám. Znaký jsou kódovány podle tabulky. Na transfuzním přípravku krevní plazmy je jeden nejdůležitější čárový kód a to je donation number (číslo odběru nebo evidenční číslo transfuzního přípravku).

Pro bakalářskou práci je uvedena nejdůležitější část z Věštníku Ministerstva zdravotnictví České Republiky – Metodická opatření, Standard značení transfuzních přípravků – revize metodického pokynu č. 11 z roku 1997 uveřejněného v částce 9/1997 Věštníku MZ.

Evidenční číslo se skládá ze slovní legendy uvedené před nebo nad číslem a čísla (legendou se rozumí číslo přípravku). Pro toto číslo se používá minimálně 4 mm vysoký tučný tisk.

Evidenční číslo se skládá ze tří dílčích údajů, jejichž pořadí je dané:

- identifikace výrobce, tj. velké tiskací písmeno a čtyřmístné číslo (přidělené registrační číslo ZTS)
- pořadové číslo odběru v rámci ZTS. Toto číslo je jedinečné během celé doby činnosti a obsahuje 8 číslic
- označení porce z jednoho odběru, povinně dvoumístné číslo

Příklad:

Č. přípravku: C2009 1570561210

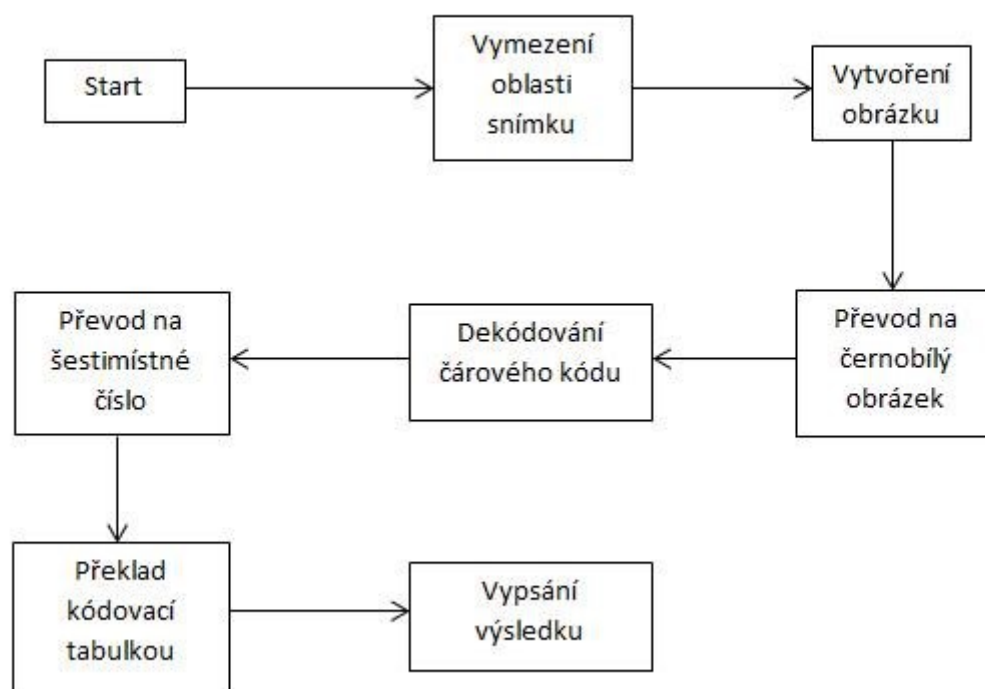
Čárový kód: uvádí se úplné „evidenční číslo přípravku“ ve verzi bez pomlček,  
CODE 128 b,  
struktura pole: &Ccccc nnnnnnnn mm  
&..... identifikátor  
Ccccc... registrační číslo ZTS (vždy 1 písmeno a 4 číslice)  
nnnnn... pořadové číslo odběru, max. 8 číslic  
mm..... číslo porce (vždy 2 číslice)

Identifikační číslo ZTS je registrační číslo výrobce, který odběr zpracovává, zajišťuje povinné kontroly a přípravek propouští. Pořadové číslo odběru se volí podle číselné řady definované vnitřním předpisem ZTS.

V programu Matlab je navržený algoritmus pro čtení čárového kódu. Pomocí kurzorů se vybere oblast na snímku pomocí dvou kliknutí myši. Musí se vybrat celý čárový kód, jinak nebude provedeno dekodování. S vybranou částí obrázku, který zahrnuje čárový kód, se pak dále pracuje. Námi vyznačený obrázek se musí převést na černobílý, kvůli jednoduššímu dekodování. U této

operace je důležité nasvícení při pořizování fotografie. Nejvhodnější je denní světlo, které je považované za přirozený zdroj světla. Tento přirozený zdroj světla je ale nestálý kvůli změně počasí. Jako umělé světlo pak můžeme uvést klasickou žárovku, LED žárovku, zářivku. Pro odstranění nedostatků osvětlení je vhodné použít právě fotografický blesk, kde přirozené světlo není dostačující ke správné expozici. Je vhodné, aby fotoaparát měl možnost vyvážení bílé, které spočívá v barevném vyvážení předmětu a jeho světelným podmínkám tak, aby se fotografie co nejlépe shodovala s podáním barev, tak jak jej vidí lidské oko.

Po dekodování máme pouze směsici jedniček a nul. Jeden znak čárového kódu typu Code 128 má v binární soustavě celkem 11 číslic, toto číslo se dále převede na šestimístné. V programu byla vytvořena kódovací tabulka pro tento typ. Z této tabulky jsou pak následně vybrány ty znaky a čísla, ke kterým je přiřazený soubor 6 číslic. Například číslo 1 má v tabulce přiřazené číslo 123221. V příloze je pak uvedená celá dekodovací tabulka. Jakmile program určí dekodovaný text, vypíše jej do textového pole evidenčního čísla. Poté se může uložit společně s analýzou barvy.



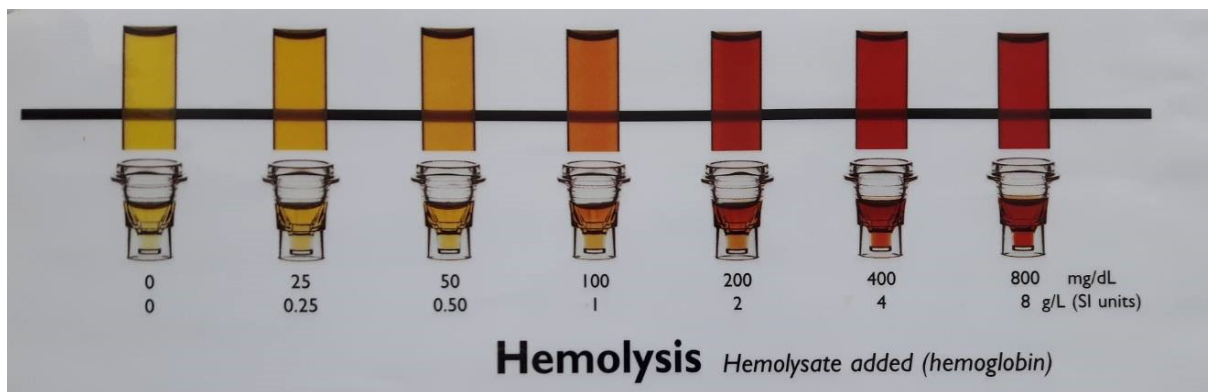
Obrázek 17: Algoritmus čtení čárového kódu

## 6.2 Algoritmus pro analýzu barvy

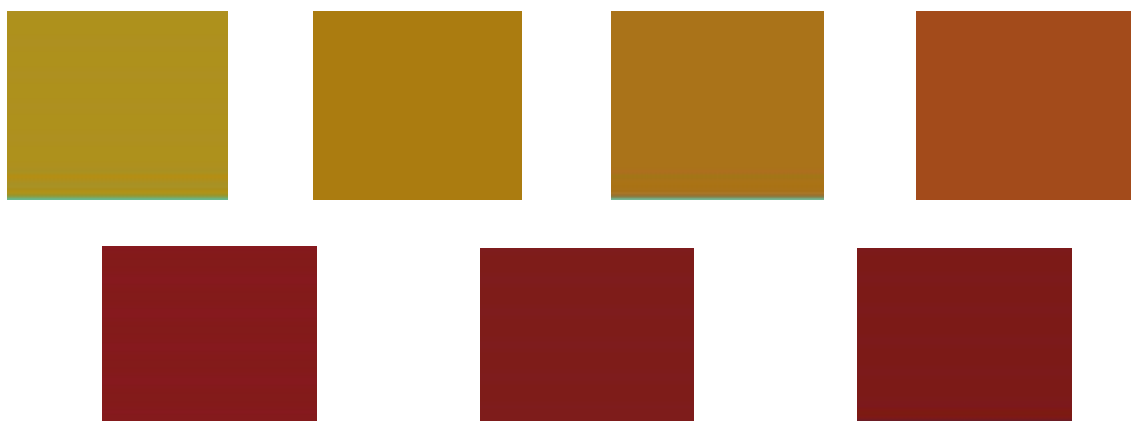
V programu Matlab byl taktéž vytvořený program pro analýzu hemolýzy krevní plazmy. K tomu nám slouží barevný model RGB. Tři základní barvy, a to Red (červená), Green (zelená), Blue (modrá), slouží k detekci hemolýzy na základě hodnot RGB referenčních vzorků, které můžeme nalézt v tabulce. Tyto hodnoty referenčních vzorků jsou zjištěny nebo nalezeny ve fotografii krevní plazmy. Ke každému vzorku referenční barvy z tabulky jsou přiřazeny viditelně rozdílné barvy, které se pak vykreslí ve fotografii, je-li barva referenčního vzorku zjištěna v obraze. To znamená, že v případě je-li detekován první referenční vzorek ve fotografii krevní plazmy, vykreslí se barva modrá. V případě, že



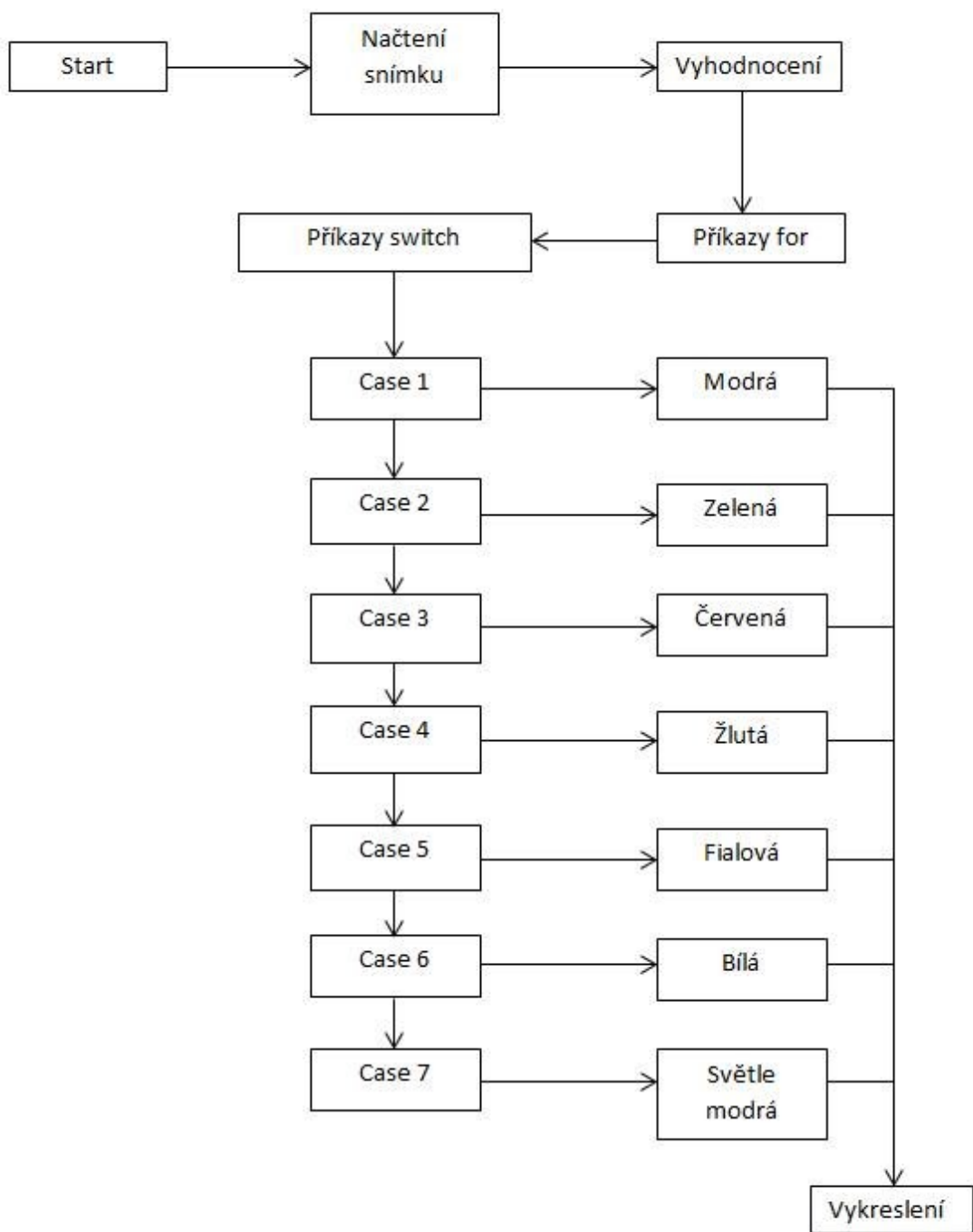
se blíží zjištěná barva k druhému vzorku z referenční tabulky, vykreslí se barva zelená. Ke třetímu vzorku je přiřazena barva červená, ke čtvrtému je přiřazena barva žlutá, k pátému barva fialová, k šestému bílá a k sedmému poslednímu vzorku je přiřazena barva světle modrá.



Obrázek 18: Tabulka referenčních vzorků



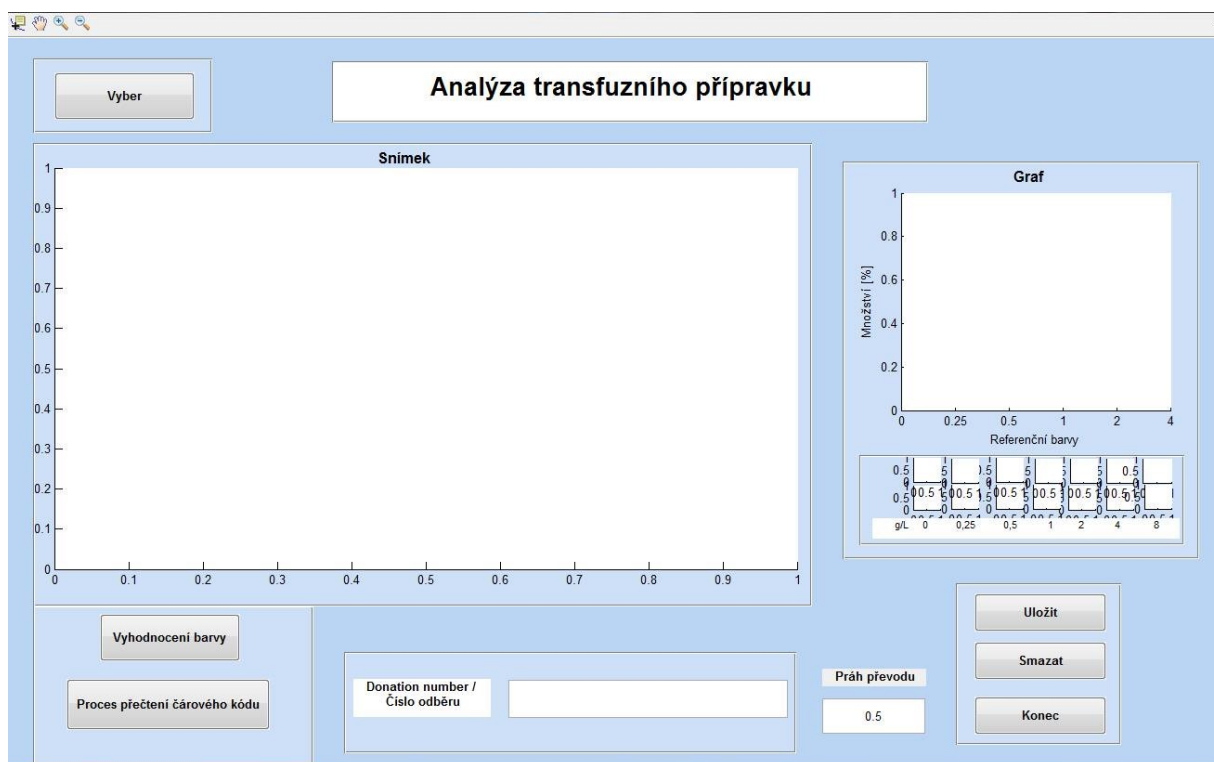
Obrázek 19: Vzorky 7 barev detekovaných z tabulky



Obrázek 20: Analýza barvy v programu Matlab

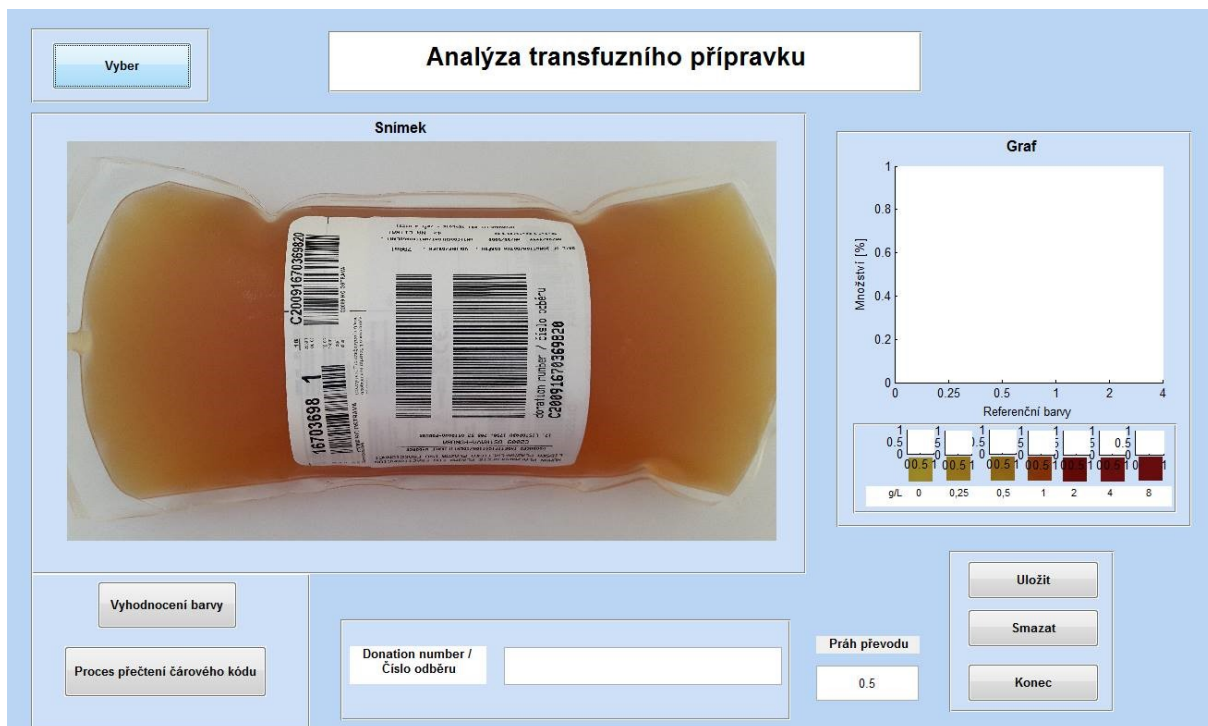
## 6.3 Software

Na obrázku číslo je ukázka softwaru vytvořený v programu Matlab v grafickém uživatelském rozhraní. Program se spouští tlačítkem Vyber. Po kliknutí na tlačítko vyskočí okno, kde je možnost výběru pořízených fotografií transfuzních přípravků krevní plazmy z uložště. Po výběru určité fotografie se snímek načte do pole Snímek. Poté se zobrazí vyskakovací okno, které říká: Snímek je načten. Společně s fotografií se načtou i barvy z referenční tabulky hemolýzy v g/L. Tyto referenční barvy jsou určeny z fotografie referenční tabulky, viz obrázek č. 18. Z této fotografie je určena jejich RGB hodnota pomocí softwaru a tyto hodnoty pak slouží k detekci barvy. Pro přečtení čárového kódu slouží tlačítko Proces přečtení čárového kódu. Po kliknutí na toto tlačítko se zobrazí v programu kurzory, pomocí kterých se vybere dvěma kliknutími důležitá oblast čárového kódu pro jeho přečtení. V poli Donation number / Číslo odběru se zobrazí po správném přečtení evidenční číslo transfuzního přípravku. K dosažení lepšího přečtení čárového kódu slouží Práh převodu, ve kterém lze nastavit od 0 po 1 převod na černobílý obrázek. V programu je přednastavena hodnota 0,5, při které jsou získány nejlepší výsledky. Pro analýzu barvy slouží tlačítko Vyhodnocení barvy. Po stisknutí tohoto tlačítka po malé prodlevě se do snímku vykreslí detekované barvy z referenční tabulky a následně se vykreslí sloupcový graf, ve kterém je zastoupení jednotlivých referenčních vzorků obsažené ve snímku transfuzního přípravku krevní plazmy v procentech. Tyto data zahrnující obrázek a evidenční číslo lze poté uložit. Tlačítkem Smazat se vymažou všechna data a proces je možné opakovat s jiným snímkem. Pro ukončení celého programu slouží tlačítko Konec.



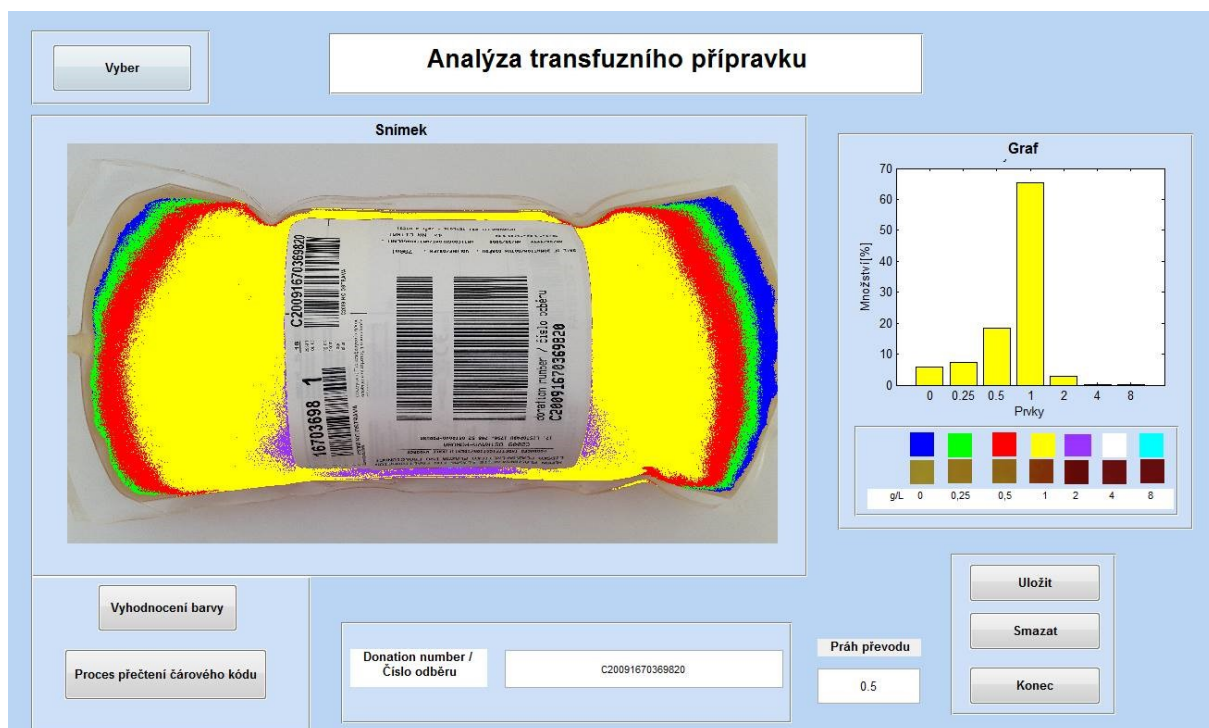
Obrázek 21: Software

Na obrázku č. 22 je načtená fotografie s transfuzního přípravku s krevní plazmou. Načteny jsou i referenční vzorky barev z tabulky.



Obrázek 22: Načtená fotografie

Na dalším obrázku č. 23 je zobrazen výsledek po přečtení čárového kódu pomocí kurzorů po kliknutí na tlačítko Proces přečtení čárového kódu a po detekování barvy po kliknutí na tlačítko Vyhodnocení barvy. Z fotografie a z pole pro čárový kód lze vyčíst, že se číslo odběru neboli evidenční číslo shodují. To znamená, že přečtení čárového kódu proběhlo správně. V případě, že by program špatně přečetl čárový kód, zobrazilo by se místo evidenčního čísla #####. Při detekování barvy lze vidět na obrázku vybarvení jednotlivých přiřazených barev k referenčním vzorkům. U tohoto transfuzního přípravku krevní plazmy představuje čtvrtý vzorek, ke kterému je přiřazena žlutá barva a představuje hemolýzu 1g/L, největší zastoupení (přes 65%). Dále se zde nachází menší množství třetího vzorku (barva červená) a to kolem 19%. Lze vidět malé množství zastoupení prvního a druhého vzorku u okrajů transfuzního přípravku. V těchto částí krevního vaku je menší množství krevní plazmy, to znamená menší hustotu, proto je krevní plazma u okrajů přípravku světlejší. Na grafu lze vidět, že je detekováno nepatrné množství pátého vzorku, který se nachází kolem štítku transfuzního přípravku. Důvodem detekování této barvy je stín, který je právě způsoben štítkem vaku. Největší zastoupení u tohoto transfuzního přípravku s krevní plazmou má tedy čtvrtý vzorek.



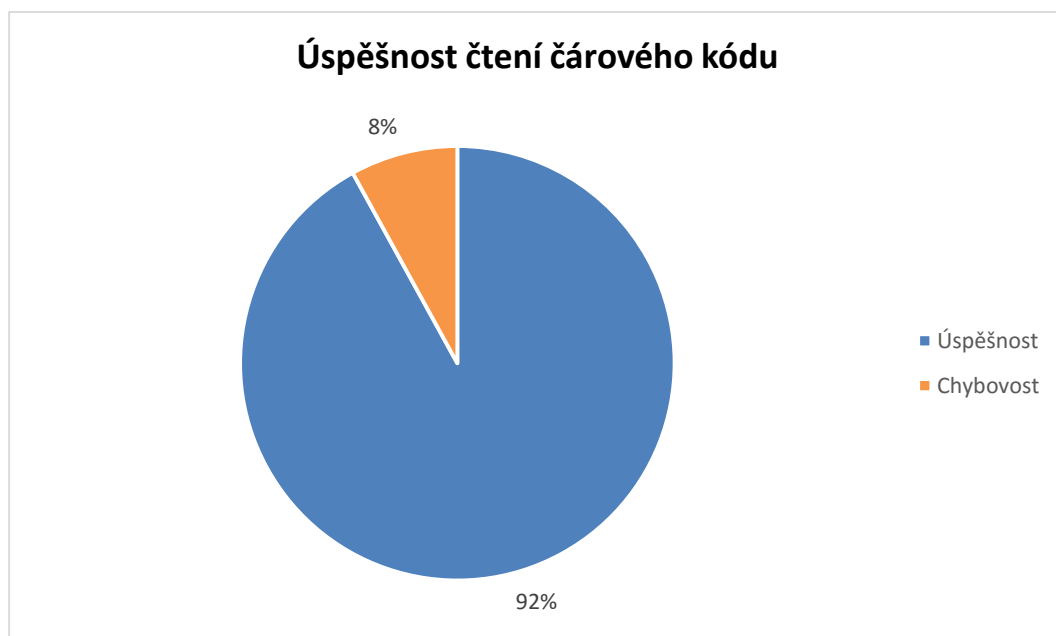
Obrázek 23: Snímek po přečtení čárového kódu a detekování barvy

## 7 Ověření a vyhodnocení výsledků

Tato poslední část obsahuje dosažené výsledky z testování v programu Matlab, ve kterém bylo navrženo čtení čárového kódu a rozpoznání barvy transfuzního přípravku. Na krevním centru Fakultní nemocnice Ostrava bylo celkem pořízeno 75 fotografií nezmražené krevní plazmy. Fotografie byly pořízeny za denního světla. Posledních 17 snímků bylo podloženo oranžovým nebo červeným papírem. Takzvaná hemolytická plazma se na krevním centru vyskytuje minimálně, proto jsou snímky nasimulovány právě těmito barevnými papíry, aby krevní plazma byla tmavší.

### 7.1 Kontrola čárových kódů

Nejprve se musí zjistit chybovost neboli chybné přečtení čárového kódu transfuzního přípravku. Celkem tedy bylo k dispozici 75 fotografií krevní plazmy, na kterých byl štítek s čárovým kódem představující identifikační číslo. Ze 75 pokusů o přečtení čárového kódu proběhlo správně u 69 fotografií (92%). U zbylých šesti fotografií proběhlo čtení čárového kódu chybně (8%). U jednoho vaku proběhlo neúplné přečtení čárového kódu, kdy program nepřečetl pouze první znak. Chybné čtení je nejspíše zapříčiněno polohou kódu transfuzním vaku nebo pořízením nekvalitní fotografie. Kontrolovaný čárový kód zabírá téměř celou šířku obalu transfuzního vaku. Při naplnění vaku krevní plazmou dochází k zakřivení přípravku a tudíž i k chybnému čtení čárového kódu. Toto zakřivení je větší se zvyšujícím se objemem vaku. Tento problém by se dal obejít pomocí pohyblivé kamery, která by se pohybovala kolem vaku, který by zároveň i snímala. Poté by vznikl rovný obraz, kde by byl zobrazený čárový kód bez zakřivení, a tudíž by mělo proběhnout čtení bez problémů. Dále by se mohly použít k řešení problému se zakřivením dvě kamery. Každá kamera by snímala jednu polovinu transfuzního vaku. Obraz by se následně poskládal pomocí softwaru v počítači. Krevní plazmy se skladují při  $-25^{\circ}\text{C}$  a méně. To způsobuje námrazu na transfuzním přípravku a tudíž i na štítku. Tato námraza může zapříčinit chybné čtení čárového kódu. Je tedy důležité, aby před pořízením snímku uživatel odstranil tuto námrazu a zajistil tak správné čtení čárového kódu.



Obrázek 24: Graf úspěšnosti čtení čárového kódu

## 7.2 Analýza barvy transfuzního vaku

Zdravotní sestry na krevním centru určují barevný odstín vizuálně na základě znalostí referenčních barev z tabulky. Celkem tedy bylo k dispozici 75 snímků krevní plazmy, které byly pořízeny na krevním centru ve Fakultní nemocnici Ostrava. Jak už bylo řečeno, posledních 17 fotografií bylo podloženo barevnými papíry kvůli simulace hemolytické krevní plazmy. Barva krevní plazmy transfuzního vaku byla detekována jak vizuálně z tabulky, tak pomocí vytvořeného programu v Matlabu. Výsledky jsou vypsány v následující tabulce a grafu.

V prvním sloupci je pořadí jednotlivých fotografií transfuzních přípravků, které obsahují krevní plazmu. Ve druhém sloupci je vyznačeno správné přečtení čárových kódů u jednotlivých fotografií. Ve třetím až devátém sloupci jsou referenční vzorky (1-7), které představují stupně hemolýzy. Jsou zde vypsány hodnoty referenčních vzorků detekovaných v jednotlivých fotografiích. Tyto hodnoty jsou vypsány v procentuálním zastoupení, tedy kolik procent daného vzorku bylo obsaženo ve snímku. V posledním sloupci je hodnota z referenční tabulky, která byla přiřazena vizuálně k jednotlivým transfuzním přípravkům s krevní plazmou. Ve většině případech se jedná o plazmu referenčního vzorku 3 a 4 nebo na rozhraní mezi těmito dvěma vzorky.

Tabulka 4: Vyhodnocení barvy

Krevní plazma	Přečtení čárového kódu	Tabulka referenčních barev [%]							Vizuálně přiřazený ref. vzorek
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Ok	6	6	26	52	6			3,4
2	Ok	13	17	42	24	2			3,4
3	X	5	5	22	55	5			3,4
4	Ok	6	6	32	50	5			3,4
5	Ok		3	10	63	20			4
6	Ok	2	3	16	67	6			4
7	Ok	2	4	17	70	6			4
8	Ok	2	3	13	67	12			4
9	Ok	7	5	20	60	6			4
10	X	4	8	29	51	2			3,4
11	Ok	6	6	24	55	9			3,4
12	Ok	5	6	24	56	6			3,4
13	Ok	6	4	22	66	5			4
14	Ok	6	7	29	56	6			3,4
15	X	3	6	24	60	6			4
16	Ok	6	8	30	55	1			3,4
17	Ok	4	7	31	51	3			3,4
18	Ok	2	3	15	67	6			4
19	Ok	1	4	21	62	7			4
20	Ok	4	6	26	60	6			4
21	Ok	3	3	21	60	8			4
22	Ok	2	4	25	62	5			4
23	Ok	2	2	25	60	5			4
24	Ok	6	6	30	51	3			3,4

25	Ok	6	9	30	50	2			3,4
26	Ok	3	6	37	50	1			3,4
27	Ok	5	6	30	52	2			3,4
28	Ok	2	5	24	60	5			3,4
29	Ok	2	2	17	62	9			4
30	Ok	3	5	13	54	24			4
31	Ok	11	9	31	43				3,4
32	Ok	2	2	18	63	6			3,4
33	Ok	2	6	22	61				3,4
34	Ok	15	8	35	38				3,4
35	Ok		2	14	70	6			4
36	Ok	4	5	14	62	17			4
37	Ok			10	70	20			4
38	Ok	6	8	32	50				3,4
39	Ok	6	10	30	50	4			3,4
40	Ok	4	6	26	56	2			3,4
41	Ok	3	6	19	62	6			4
42	Ok	2	4	20	65	6			4
43	Ok	3	3	4	57	19			3,4
44	Ok	5	7	24	55	5			3,4
45	Ok	1	2	15	64	16			4
46	Ok	2	6	31	53	6			3,4
47	Ok	5	6	22	53	6			3,4
48	Ok	4	5	24	57	5			3,4
49	Ok	2	4	20	60	7			3,4
50	Ok	2	4	17	64	8			4
51	Ok	1	3	22	62	5			4
52	OK	41	28	27	2				1,2,3
53	OK	42	21	29	5				1,2,3
54	OK		1	16	70	8			4
55	OK			10	64	21			4
56	X	2	1	23	70				4
57	X	3	2	29	63				4
58	OK	3	2	42	48	2			3,4
59	OK	12	5	32	48				3,4
60	X	5	3	33	51				3,4
61	Ok	10	1	10	55	18			3,4
62	Ok	10	1	9	58	2	2		3,4
63	Ok	3	3	18	60	7			3,4
64	Ok	2	3	32	49	7			3,4
65	Ok	2	2	27	55				3,4
66	Ok	5	2	20	59	5			3,4
67	Ok	3	3	29	50	4			3,4



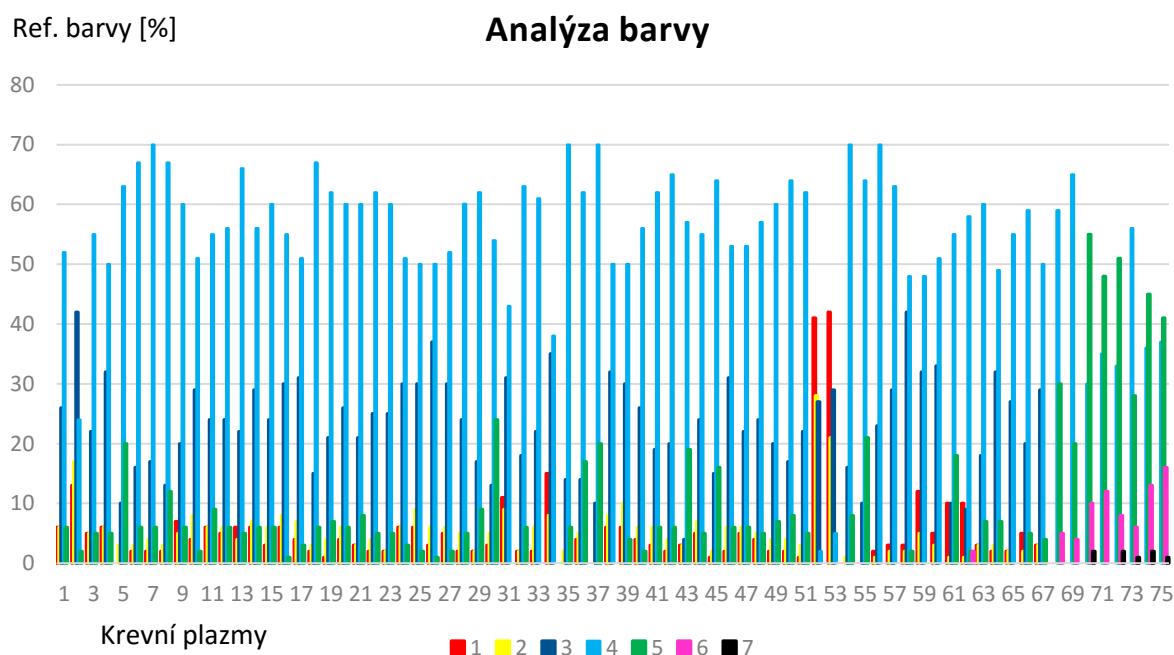
68	Ok				59	30	5		5,6
69	Ok				65	20	4		5
70	Ok				30	55	10	2	5,6
71	Ok				35	48	12		5,6
72	Ok				33	51	8	2	5,6
73	Ok				56	28	6	1	5,6
74	Ok				36	45	13	2	5,6
75	Ok				37	41	16	1	5,6
Podsvic1	Ok	20	17	50	10				4
Podsvic2	Ok	10	10	38	40				4

Ve většině případech program přiřadil procentuálně nejvíce ten vzorek, který byl vizuálně detekován. Algoritmus detekoval také u většiny případů pátý vzorek. Tato detekovaná barva se vyskytuje kolem štítku, který je nalepený na transfuzním přípravku a způsobuje tak stín, kde má barva tmavší odstín. Dále pak program detekoval malé množství tohoto pátého vzorku i na štítku přípravku. Dalším důvodem toho chybného vyhodnocení je i podložení bílým papírem, který taktéž v denním přírodním světle nepatrně krevní plazmu ztmavuje. Jelikož je tato chyba u většiny detekována pod 10%, je možné tuto chybu zanedbat, protože se jedná o malé množství. U zbytku případů, kdy hodnota pátého vzorku přesahuje přes 10%, je nutné tyto výsledky označit jako chybné. Poslední dvě krevní plazmy jsou podsvíceny obrazovkou notebooku a lze je tak porovnat se snímky bez podsvícení (viz tabulka 5). Na výsledcích tohoto vyhodnocení lze vidět všechny první čtyři vzorky bez pátého vzorku, který program nedetekoval, avšak vizuálně k těmto krevním plazmám byl přiřazený čtvrtý vzorek. Krevní plazmy č. 59 až č. 75 byly tedy podloženy barevným papírem. Programem byly vyhodnoceny jako krevní plazmy obsahující pátý a šestý referenční vzorek. To odpovídá vizuálně přiřazenému vzorku. Mnohem přesnější by bylo ke každý snímek vyfotografovat společně s tabulkou referenčních vzorků a pak pomocí programu určit shodu. Barvy snímků a tabulky by tak měly shodné vlastnosti. Když se u většiny snímků bude detekovat barva spíše u okrajů než kolem štítku, kde jsou způsobeny chyby vlivem nedostačujícího osvětlení a vlivem právě tohoto štítku a stínu kolem něj, výsledky by nebyly ovlivněny plochou kolem štítku a byly by přesnější.

Tabulka 5: Porovnání nepodsvícené krevní plazmy s podsvícenou

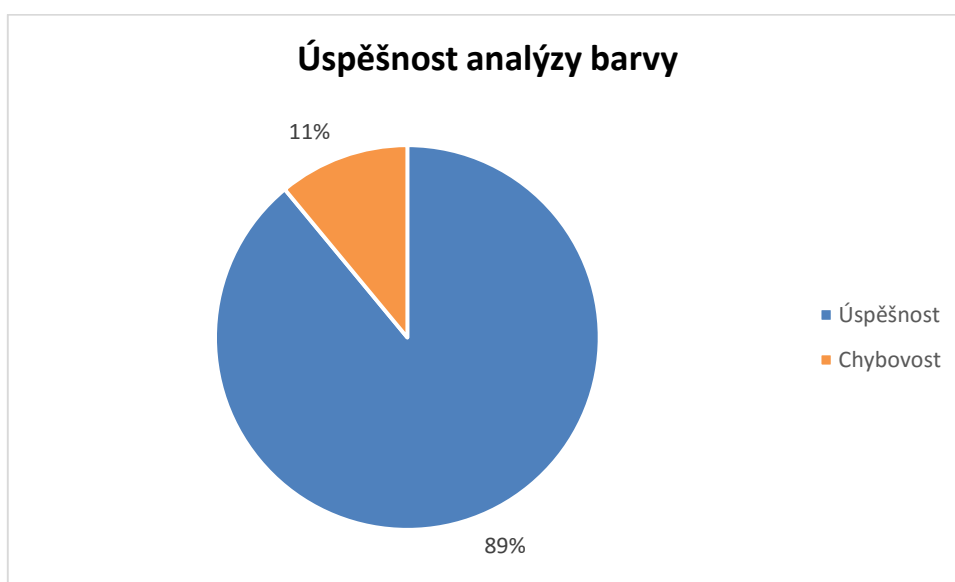
Krevní plazma	Tabulka referenčních barev [%]							Vizuálně přiřazený ref. vzorek
	1	2	3	4	5	6	7	
12	5	6	24	56	6			4
Podsvic1	20	17	50	10				4
7	2	4	17	70	6			4
Podsvic2	10	10	38	40				4

Poznámka: krevní plazma č. 12 a Podsvic1 jsou stejné, č. 12 je krevní plazma nepodsvícená a Podsvic1 je krevní plazma podsvícená. Totéž platí v případě krevní plazmy č. 7 a Podsvic2.



Obrázek 25: Sloupcový graf výsledků

Na obrázku č. 25 je testování zobrazeno graficky. U většiny snímků převládají barvy tyrkysové a tmavě modré, které znázorňují třetí a čtvrtý vzorek z referenční tabulky. U krevních plazem, které byly podloženy barevným papírem, převládá barva zelená a fialová. Tyto barvy znázorňují pátý a šestý vzorek. Ke krevním plazmám č. 52 a č. 53 je přiřazena barva červená, která znázorňuje první vzorek. Tyto dvě plazmy obsahují malé množství této tekutiny ve vaku. Jsou málo husté, a proto se jeví světlejší.



Obrázek 26: Graf úspěšnosti analýzy barvy

Tento program je i možné propojit s jinými aplikacemi, které jsou napsané v jiném jazyce, například v jazyce C#. V budoucnu by mohl směřovat vývoj softwaru k detekci hran nebo k identifikování prasklin vaku.

## 8 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navržení metody pro kontrolu čárových kódů na transfuzních přípravcích a vyhodnocení barvy vaku krevní plazmy. Tato navržená metoda může pomoci zdravotnickému personálu na krevním centru ve Fakultní nemocnici Ostrava. Při vytváření této bakalářské práce jsem s krevním centrem spolupracoval a zdravotnický personál mi byl ochotný poskytnout důležité informace pro vytvoření této práce.

Než bylo možné vytvářet software, bylo důležité prostudovat jednotlivé materiály vhodné pro tuto bakalářskou práci. V teoretické části jsem nejprve pospal složení neboli anatomii krve, jako jsou červené krvinky, bílé krvinky, krevní plazma, krevní destičky. Poté jsem se zabýval vaky transfuzních přípravků. Popsal jsem zde jejich výhody a jejich použití. Jsou zde popsány informace o značení krevních konzerv a důležité pokyny o vizuální kontrole krevních složek a krevních produktů. V další kapitole jsem pospal čárové kódy, obecnou strukturu a typy těchto čárových kódů. Pro tuto bakalářskou práci je nejdůležitější čárový kód typu Code 128, který je zde popsán, protože právě tento typ je používán na štítcích transfuzních přípravků krevní plazmy. V metodách o čtení čárových kódů jsem pouze okrajově popsal laserové a perové čtečky. Poslední teoretická kapitola zahrnuje obrazové snímáče, které jsou pro nás důležité, neboť v této bakalářské práci jsem použil fotoaparát k zachycení obrazu transfuzního přípravku. Jsou zde popsány snímací čipy a princip zachycení obrazu a barevné modely důležité k vyhodnocení barvy vaku krevní plazmy.

V praktické části jsem se zaměřil na zvolení vhodného fotoaparátu. Popsal jsem zde jeho důležité technické parametry, které tento fotoaparát zahrnuje. Zaměřil jsem se také na programovací prostředí MATLAB. V grafickém uživatelském rozhraní Matlabu jsem tedy navrhl software pro čtení čárových kódů transfuzních přípravků a dále vyhodnocení barvy vaku krevní plazmy. Tento navržený software se skládá z několika tlačítek, pomocí kterých tento software není složité ovládat. Je zde popsán vytvořený grafický uživatelský rozhraní a je vysvětleno k čemu jednotlivé tlačítka slouží a jakou vykonává funkci.

K tomuto softwaru bylo důležité získat snímky krevní plazmy, které jsem si zajistil na krevním centru ve Fakultní nemocnici v Ostravě. Po získání jednotlivých fotografií následovalo zpracování a testování čtení čárového kódu a analýza barvy. Celkem bylo testováno 75 snímků krevní plazmy, které byly fotografovány za denního světla. Kontrola čárového kódu proběhla úspěšně celkem u 69 snímků a dosahovala tak 92% úspěšnosti. U šesti vaků čtení proběhlo chybně z důvodu polohy štítku na transfuzním přípravku, který zabírá celou šířku vaku, a způsobuje tak zakřivení štítku při naplnění vaku. Zapříčinění má i pořízení nekvalitního snímku. Dále probíhala analýza barvy krevní plazmy. Nejprve jednotlivé krevní plazmy byly vyhodnoceny vizuálně a pak softwarově. Výsledky jsem zaznamenal v tabulce č. 4. Byl použit barevný model RGB. V tomto barevném modelu byla úspěšnost vyhodnocení barvy 89%. Tedy z celkem 75 testovaných vaků bylo vyhodnoceno 8 testovaných vaků špatně. Tyto chyby jsou zapříčiněny špatným osvětlením a vzniká tak stín kolem štítku. Tento stín vymizí pomocí podsvícení krevní plazmy při fotografování. Pro vyšší úspěšnost je proto vhodnější barvu hodnotit u okrajů krevního vaku, nikoliv u štítku. Na přesnost má i vliv určení referenčních vzorků. Je důležité, aby referenční vzorky měly vhodné RGB hodnoty. V případě špatných hodnot se můžou získat nepřesné výsledky.

V budoucnu je možné tento software dále rozšířit. Například by probíhala automatická identifikace prasklin, kontrola svárů nebo detekce hran a jistě i další rozšíření softwaru.

## Literatura

- [1] MERKUNOVÁ, Alena a Miroslav OREL. Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory. Vyd. 1. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1521-6.
- [2] Oběhová soustava. Biologie člověka. [online]. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: [http://skolajecna.cz/biologie/Sources/Textbook\\_Textbook.php?intSectionId=30500](http://skolajecna.cz/biologie/Sources/Textbook_Textbook.php?intSectionId=30500)
- [3] Klinické využití autologních transfuzních přípravků. Brno, 2010. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://is.muni.cz>. Bakalářská práce. Lékařská fakulta. Vedoucí práce MUDr. Jaroslav Pepřla.
- [4] Ošetrovatelství. Transfúze. [online]. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://www.lf3.cuni.cz/opencms/export/sites/www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/osetrovatelstvi/vyuka/studijni-materialy/CNSNB2/studijni-materialy/Transfxze.pdf>
- [5] Sestra [online]. 2007 [cit. 2016-01-2]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz>
- [6] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Darování krve [online]. c2014 [citováno 2. 01. 2016]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Darování\\_krve](http://cs.wikipedia.org/wiki/Darování_krve)
- [7] Department of Health and Community Services: Guidelines for inspection of blood components and blood products. [online]. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://www.health.gov.nl.ca/health/index.html>
- [8] Optimalizace podnikových procesů zavedením čárových kódů. Brno, 2011. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://is.muni.cz>. Diplomová práce. Ekonomicko-správní fakulta. Vedoucí práce Ing. Michal Kozub.
- [9] Studie řízení plynulých materiálových toků s využitím značení produktů. Brno, 2008. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=5496](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=5496). Diplomová práce. Fakulta podnikatelská. Vedoucí práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc.
- [10] Evidence hodnocení student čárovými kódy. Plzeň, 2006. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: [http://graphics.zcu.cz/files/BP\\_2006\\_Muchna\\_Petr.pdf](http://graphics.zcu.cz/files/BP_2006_Muchna_Petr.pdf) Bakalářská práce. Fakulta aplikovaných věd. Vypracoval Petr Muchna.
- [11] A Web Of Information About Bar Code: BarCode 1. [online]. [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: <http://www.adams1.com/>
- [12] Možnosti připojení kamer k počítači. Brno, 2011. [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=42583](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=42583), Bakalářská práce. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce Ing. Ivo Herman, CSc.
- [13] Obrazové snímače CCD vs CMOS. [online]. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://www.netcam.cz/encyklopedie-ip-zabezpeceni/obrazove-snimace-ccd-cmos.php>

- [14] Barevné modely. [online]. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://www.modulweb.cz/download/fragmenty/kurz/HTML/9/default.htm>
- [15] Digitální fotografie: Barvený model. [online]. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://www.dmp.spsei.cz/digi/model.php>
- [16] *Fotolab* [online]. [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: [https://www.fotolab.cz/eshop/fotoaparaty/nikon-d5100-18-105-af-s-dx-vr-35mm-f-1-8g.html?force\\_sid=7f99462e3559fdbf6b834ebc2e0ad54c](https://www.fotolab.cz/eshop/fotoaparaty/nikon-d5100-18-105-af-s-dx-vr-35mm-f-1-8g.html?force_sid=7f99462e3559fdbf6b834ebc2e0ad54c)
- [17] *Mathworks, Matlab* [online]. [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: [http://uk.mathworks.com/index.html?s\\_tid=gn\\_logo](http://uk.mathworks.com/index.html?s_tid=gn_logo)

## Seznam příloh

A. 1	ASCII tabulka pro Code 128.....	I
A. 2	Fotografie krevní plazmy.....	V



## Přílohy

### A. 1 ASCII tabulka pro Code 128

Tabulka A. 1: ASCII tabulka Code 128

Value	128A	128B	128C	ASCII Code	Character	Bar/Space Pattern	Bar/Space Weights
0	space	space	0	0032 or 0212	Space or Ô / ü	11011001100	212222
1	!	!	1	33	!	11001101100	222122
2	"	"	2	34	"	11001100110	222221
3	#	#	3	35	#	10010011000	121223
4	\$	\$	4	36	\$	10010001100	121322
5	%	%	5	37	%	10001001100	131222
6	&	&	6	38	&	10011001000	122213
7	'	'	7	39	'	10011000100	122312
8	(	(	8	40	(	10001100100	132212
9	)	)	9	41	)	11001001000	221213
10	*	*	10	42	*	11001000100	221312
11	+	+	11	43	+	11000100100	231212
12	,	,	12	44	,	10110011100	112232
13	-	-	13	45	-	10011011100	122132
14	.	.	14	46	.	10011001110	122231
15	/	/	15	47	/	10111001100	113222
16	0	0	16	48	0	10011101100	123122
17	1	1	17	49	1	10011100110	123221
18	2	2	18	50	2	11001110010	223211
19	3	3	19	51	3	11001011100	221132
20	4	4	20	52	4	11001001110	221231
21	5	5	21	53	5	11011100100	213212
22	6	6	22	54	6	11001110100	223112
23	7	7	23	55	7	11101101110	312131
24	8	8	24	56	8	11101001100	311222
25	9	9	25	57	9	11100101100	321122
26	:	:	26	58	:	11100100110	321221
27	;	;	27	59	;	11101100100	312212
28	<	<	28	60	<	11100110100	322112
29	=	=	29	61	=	11100110010	322211
30	>	>	30	62	>	11011011000	212123
31	?	?	31	63	?	11011000110	212321

Value	128A	128B	128C	ASCII Code	Character	Bar/Space Pattern	Bar/Space Weights
32	@	@	32	64	@	11000110110	232121
33	A	A	33	65	A	10100011000	111323
34	B	B	34	66	B	10001011000	131123
35	C	C	35	67	C	10001000110	131321
36	D	D	36	68	D	10110001000	112313
37	E	E	37	69	E	10001101000	132113
38	F	F	38	70	F	10001100010	132311
39	G	G	39	71	G	11010001000	211313
40	H	H	40	72	H	11000101000	231113
41	I	I	41	73	I	11000100010	231311
42	J	J	42	74	J	10110111000	112133
43	K	K	43	75	K	10110001110	112331
44	L	L	44	76	L	10001101110	132131
45	M	M	45	77	M	10111011000	113123
46	N	N	46	78	N	10111000110	113321
47	O	O	47	79	O	10001110110	133121
48	P	P	48	80	P	11101110110	313121
49	Q	Q	49	81	Q	11010001110	211331
50	R	R	50	82	R	11000101110	231131
51	S	S	51	83	S	11011101000	213113
52	T	T	52	84	T	11011100010	213311
53	U	U	53	85	U	11011101110	213131
54	V	V	54	86	V	11101011000	311123
55	W	W	55	87	W	11101000110	311321
56	X	X	56	88	X	11100010110	331121
57	Y	Y	57	89	Y	11101101000	312113
58	Z	Z	58	90	Z	11101100010	312311
59	[	[	59	91	[	11100011010	332111
60	\	\	60	92	\	11101111010	314111
61	]	]	61	93	]	11001000010	221411
62	^	^	62	94	^	11110001010	431111
63	_	_	63	95	_	10100110000	111224
64	NUL	`	64	96	`	10100001100	111422
65	SOH	a	65	97	a	10010110000	121124
66	STX	b	66	98	b	10010000110	121421
67	ETX	c	67	99	c	10000101100	141122
68	EOT	d	68	100	d	10000100110	141221
69	ENQ	e	69	101	e	10110010000	112214

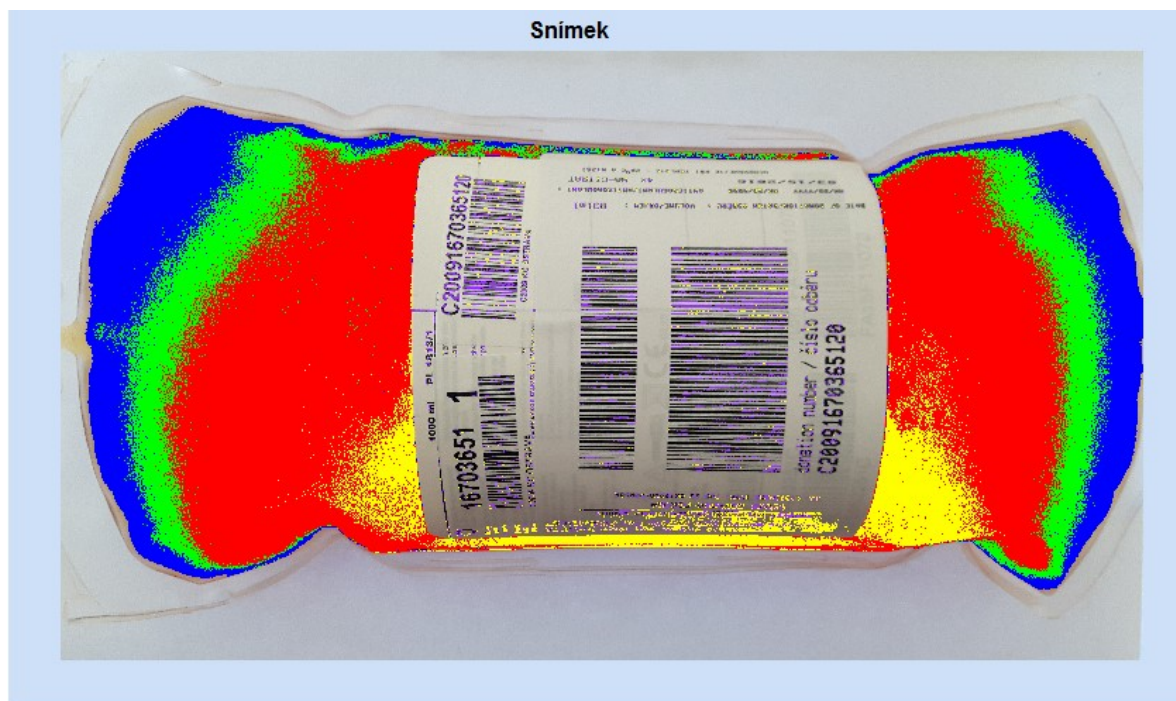
Value	128A	128B	128C	ASCII Code	Character	Bar/Space Pattern	Bar/Space Weights
70	ACK	f	70	102	f	10110000100	112412
71	BEL	g	71	103	g	10011010000	122114
72	BS	h	72	104	h	10011000010	122411
73	HT	i	73	105	i	10000110100	142112
74	LF	j	74	106	j	10000110010	142211
75	VT	k	75	107	k	11000010010	241211
76	FF	l	76	108	l	11001010000	221114
77	CR	m	77	109	m	11110111010	413111
78	SO	n	78	110	n	11000010100	241112
79	SI	o	79	111	o	10001111010	134111
80	DLE	p	80	112	p	10100111100	111242
81	DC1	q	81	113	q	10010111100	121142
82	DC2	r	82	114	r	10010011110	121241
83	DC3	s	83	115	s	10111100100	114212
84	DC4	t	84	116	t	10011110100	124112
85	NAK	u	85	117	u	10011110010	124211
86	SYN	v	86	118	v	11110100100	411212
87	ETB	w	87	119	w	11110010100	421112
88	CAN	x	88	120	x	11110010010	421211
89	EM	y	89	121	y	11011011110	212141
90	SUB	z	90	122	z	11011110110	214121
91	ESC	{	91	123	{	11110110110	412121
92	FS		92	124		10101111000	111143
93	GS	}	93	125	}	10100011110	111341
94	RS	~	94	126	~	10001011110	131141
95	US	DEL	95	200 / 240	È / ð	10111101000	114113
96	FNC 3	FNC 3	96	201 / 241	É / ñ	10111100010	114311
97	FNC 2	FNC 2	97	202 / 242	Ê / ò	11110101000	411113
98	Shift B	Shift A	98	203 / 243	Ë / ó	11110100010	411311
99	Code C	Code C	99	204 / 244	ì / ô	10111011110	113141
100	Code B	FNC 4	Code B	205 / 245	í / õ	10111101110	114131
101	FNC 4	Code A	Code A	206 / 246	î / ö	11101011110	311141
102	FNC 1	FNC 1	FNC 1	207 / 247	ï / ÷	11110101110	411131
103	Start Code A			208 / 248	Ð / ø	11010000100	211412

104	Start Code B	209 / 249	Ñ / ù	11010010000	211214
105	Start Code C	210 / 250	Ò / ú	11010011100	211232
106	Stop (7 bars/spaces)	211 / 251	Ó / û	1,10001E+12	2331112
—	Reverse Stop used to detect reading right to left	—	—	11010111000	211133

## A. 2 Fotografie krevní plazmy



Obrázek A1: Fotografie krevní plazmy nepodsvícená



Obrázek A2: Fotografie krevní plazmy podsvícená